

132. Derselbe, Ueber Knochenwachsthum. Berliner klin. Wochenschrift 1868, Nr. 6, 7 und 8.
- * 133. Welcker, Untersuchungen über das Wachsthum und den Bau des menschlichen Schädels. 1862 (citirt nach Kolliker 54).
134. Wegener, Myeloplaxen und Knochenresorption. Virch. Arch. 1873, Bd. 56, S. 523—534.
135. Derselbe, Ueber das normale und patholog. Wachsthum der Röhrenknochen. Virch. Arch. 1874, Bd. 61.
136. Schachowa, Ueber intercellulares Knochenwachsthum. Centralblatt für die med. Wiss. 1873, Nr. 57.
137. Ziegler, Ueber Proliferation, Metaplasie und Resorption des Knochengewebes. Virch. Arch. 1868, Bd. 73.
138. Zimmermann, W., Mit Anilinfarben imprägnirte Knochenschliffe. Verhandl. der Anat. Ges. in Berlin 1889, S. 142.

Die Befruchtung des Reptilieneies.

Von

Dr. Albert Oppel,

Prosektor und Privatdocent in Freiburg i. B.

Hierzu Tafel IX—XII.

Ueber die Vorgänge im Ei der Reptilien bei der Befruchtung liegen, soweit mir die Literatur bekannt geworden ist, noch keine Erfahrungen vor. Es ist dies durch die Schwierigkeiten, welche für die Untersuchung bestehen, bedingt. Ich suchte an die Frage heranzugehen, indem ich mir eine grössere Anzahl Blindschleichen verschaffte aus der Zeit, in welcher die Befruchtung zu erwarten war. Im ersten Jahre erhielt ich ein Mutterthier, im zweiten Jahre zwei weitere mit in Befruchtung befindlichen Eiern. Ausserdem verdanke ich meinem hochverehrten

Lehrer · Herrn Professor Dr. von Kupffer noch ein Mutterthier von *Tropidonotus natrix*, bei dessen Eiern zwar die Befruchtung schon abgelaufen, aber doch die erste Furche noch nicht gebildet war. Es sind nur wenige Capitel aus dem Verlaufe der Befruchtung, auf welche ich meine Bilder beziehen kann. Alle meine Deutungen bedürfen weiterer Bestätigung, manche konnte ich nur mit Vorbehalt aufstellen. — Trotzdem schon jetzt meine Befunde zu schildern veranlasste mich in erster Linie die Wichtigkeit der Sache. Dann kam der Umstand hinzu, dass wir durch eine Reihe von Arbeiten (ich werde auf einige derselben am Schlusse dieser Arbeit zu sprechen kommen) über den Befruchtungsvorgang bei anderen Wirbelthieren, vor allem bei den Fischen Erfahrungen besitzen. Indem ich die Verhältnisse bei niederen Wirbelthieren mit dem, was ich bei Reptilien sah, verglich, war es mir möglich, meinen Befunden eine Deutung zu geben. Noch habe ich die selbstverständliche Bemerkung einzuschalten, dass ich ohne die Erfahrungen meiner Vorgänger an Wirbellosen nicht so weit gekommen wäre. Doch habe ich mich bemüht, möglichst ohne Voreingenommenheit auch die Verhältnisse bei Reptilien allein für sich zu betrachten und mich vor falschen Verallgemeinerungen zu hüten. Dass ich ohne ein Ganzes bieten zu können, jetzt schon meine Resultate schildere, geschieht auch aus folgendem Grunde.

Die Schwierigkeit der Materialgewinnung wird wohl auch fernerhin anderen Beobachtern und mir nur ein stückweises Erkennen gestatten. Viele Einzelbeobachtungen mögen sich später zu einem Ganzen aneinander reihen.

Ich werde im Folgenden in der Weise vorgehen, dass ich zunächst die einzelnen Keimscheiben schildere, welche mir zu Gebote standen, und dann die Deutung anschliesse, welche ich den Befunden gebe. Diesen Weg zu wählen und von einer fortlaufenden Beschreibung des Processes abzusehen, schrieb das spärliche Material vor; noch mitbestimmend war der Wunsch, ergänzenden späteren Untersuchern mein Material möglichst klar vor Augen zu führen.

Materialbeschreibung.***Anguis fragilis.***

Die drei Mutterthiere, welche ich im Folgenden mit A I, A II und A III bezeichnen werde, erhielt ich in München zu folgender Zeit aus Bozen. A I am 3. Juni 1891, A II am 15. Juni 1891, A III am 2. Juni 1890. Die Thiere wurden mit Chloroform getödtet, dann wurde der Eileiter herausgenommen und in der Fixirungsflüssigkeit mit Pincetten eröffnet. Als Fixirungsflüssigkeit diente für A I und A II conc. wässrige Sublimatlösung 9 Theile zu 1 Theil Eisessig. Einige Eier wurden mit Flemming'scher Lösung (10 Theile auf 90 Theile conc. Sublimatlösung) etwa eine Viertelstunde behandelt und dann in Sublimat oder Sublimat-eisessig übertragen. Die Eier wurden in der Fixirungsflüssigkeit sofort geschält. Die Eier aus der Befruchtungszeit lassen sich schon beim Schälen an der Beschaffenheit der Schalen erkennen. Während sonst Blindschleicheneier am leichtesten mit Pincette und Scheere geschält werden können, geschieht dies bei Befruchtungsstadien leichter mit 2 Pincetten allein. Die Schale ist nämlich ausserordentlich dünn und lässt sich etwa so leicht wie ein Spinngewebe zerreißen. Diese ausserordentliche Dünneheit der abgeschälten Haut legt den Gedanken nahe, dass um diese Zeit überhaupt noch gar keine Schale gebildet sein könnte und dass die abgeschälte Haut nur die Dotterhaut gewesen sei oder als ob wenigstens die Schale noch im ersten Beginn ihrer Bildung begriffen sei. Zu dieser Annahme glaube ich umsomehr berechtigt zu sein, als ich nachher in der Schnittserie eine erkennbare Dotterhaut nicht mehr vorfand. Wohl zeigte sich der Dotter durch eine scharfe Linie begrenzt, doch kann ich diese Membran (es mag ja wohl eine solche sein) nicht mit der Dotterhaut, wie sie sich bei *Tropidonotus natrix* Fig. 38 D und bei *Lacerta viridis* Fig. 51 D fand, vergleichen. Auch bei *Tropidonotus natrix* (worauf ich nachher zu sprechen komme) war die Dotterhaut nur bei zweien von zwölf Eiern eines Mutterthieres erhalten geblieben und bei den übrigen bei Wegnahme der Schale entfernt worden.

In der Fixirungsflüssigkeit wurden die geschälten Eier 2 Stunden belassen, dann nach den gewöhnlichen Regeln mit Alkohol nachbehandelt. Nach 24 Stunden, nachdem die Eier aus

dem 70% Alkohol in 80% übertragen worden waren, schnitt ich die Keimscheiben vom Dotter mit einem Rasirmesser ab. Es geht dies zu dieser Zeit bei jungen Keimscheiben, bei welchen die Umwachsung noch nicht begonnen hat, leicht. Später wird der Dotter im Alkohol hart. Ehe ich die Erfahrung gemacht hatte, welche Vortheile die Anwendung des Rasirmessers bietet, suchte ich die Keimscheiben mit Nadeln, Staarnadeln und ähnlichen Instrumenten vom Dotter abzuheben, jedoch mit schlechtem Erfolg. Die Keimscheiben wurden mit Boraxkarmin im Stück gefärbt und dann gezeichnet, darnach wurden sie mit Paraffin durchtränkt, geschnitten, untersucht und dann mit Böhmmer'schem Hämatoxylin nachgefärbt und wieder untersucht. Diese Doppelfärbung, Boraxkarmin-Hämatoxylin, welche mir von meinem Freunde A. Böhm, der sie bei seinen Untersuchungen über die Befruchtung der Forelle anwandte, empfohlen wurde, leistete mir vortreffliche Dienste, wie ich im Folgenden schildern werde.

Mutterthier A I enthielt 6, A II 12, A III 3 Eier. Die Befunde, welche ich an denselben machte, werde ich im Folgenden einzeln beschreiben. Hier ist jedoch nöthig, dass ich eine kurze Betrachtung der Eier und namentlich der Keimscheiben, welche sich im Befruchtungsstadium befinden, vorausschicke, um mich nachher leichter verständlich machen zu können: Die Keimscheiben, welche ich im Folgenden beschreiben werde, lagen alle von beiden Polen des Eies gleich weit entfernt. Bei allen war bei der Schälung auch die Dotterhaut abgelöst worden. Die Substanz der Keimscheibe besteht, wie aus dem Schnitt ersichtlich ist, aus einem feinen plasmatischen Netzwerk, in welches durchweg Partikelchen, welche das Aussehen von Dotterkugeln haben, eingestreut sind. Dieselben sind zum Theil sehr fein und färben sich ziemlich intensiv mit Hämatoxylin. An manchen Stellen erreichen dieselben beträchtliche Grösse, namentlich kommen solche tingible Partikelchen oft in der Mitte der Keimscheibe nahe der Oberfläche vor. Das Netzwerk hört in den tieferen Schichten des Dotters nicht auf, setzt sich vielmehr in demselben fort, aber es wird hier weitmaschiger und es finden sich grosse und damit an Masse überwiegende Dotterkugeln in dasselbe eingelagert. Damit ist der allmähliche Uebergang in den Nahrungsdotter gegeben, den letzteren jedoch

vom Furchungsdotter scharf abzugrenzen, möchte ich mich nicht unterfangen. Die feinkörnige (wie ich sie nennen will) Substanz der Keimscheibe liegt als Scheibe dem grobkörnigen Dotter auf. Doch reicht sie keineswegs in ihrem ganzen Umfang bis zur Oberfläche des Eies. Vielmehr greift an dem Rande eine oberflächliche Schicht des grobkörnigen Dotters herein. Es ist dieses Verhalten aus der Schnittfigur Fig. 2 ersichtlich. Nicht stets genau, doch meist annähernd in der Mitte der Keimscheibe senkt sich die feinkörnige Substanz der Keimscheibe zapfenartig in die Tiefe gegen den grobkörnigen Dotter. Es mag diese Stelle etwa dem Ort entsprechen, an welchem früher das Keimbläschen lag. Man vergleiche auch F. Sarasin's (10) Figur 18 von einem jungen Eileiterei von *Lacerta agilis*. In diesem Theil der Keimscheibe über dem Zapfen bis zur Oberfläche fand ich verschieden geformte (zum Theil von Punkt-, zum Theil von Fadengestalt) Körperchen, welche sich mit Boraxkarmin intensiver als die plasmatische Substanz färben. Sie halten Boraxkarmin fast nach Art eines Chromatins beim Ausziehen lange Zeit fest. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass es sich dabei um Reste des Keimbläschens handelt. Gemischt mit den sich hier oft findenden oben erwähnten Partikelehen, welche sich mit Hämatoxylin färben, gibt diese Fadensubstanz bei der von mir angewandten Doppelfärbung einen bunten Anblick, welcher das Auffinden von Kernen erschwert. Der Oberfläche zunächst hören in der Keimscheibe die feinen körnigen Dotter-Einlagerungen auf, es findet sich dort eine in Figur 18 O nach Behandlung mit Boverischer Flüssigkeit (concentrirte wässrige Pikrinsäure wird mit 2 Theilen Wasser verdünnt und dieser Lösung 1% Eisessig zugesetzt [auf das ganze Volumen berechnet]) besonders (aber auch bei anderer Fixirung) deutliche, fast homogene Plasmaschicht. Ich werde dieselbe die oberflächliche Plasmaschicht nennen. Sie scheint mir gleichartig zu sein mit dem die ganze Keimscheibe durchziehenden Netzwerk und sich in dasselbe fortzusetzen, nur dass sie eben an dieser Stelle kompakt ist.

Bei Betrachtung der ungeschnittenen Keimscheiben von der Fläche machte ich bei der Mehrzahl der Keimscheiben (nicht bei allen) eine merkwürdige Beobachtung. Es zeigten sich eine wechselnde Anzahl von kleinen, dunkel erscheinenden Punkten, welche den Eindruck von seichten Grübchen, Dellen, machten.

Auf manchen Keimscheiben konnte ich nur eine solche Delle bemerken (Fig. 6), in anderen mehrere (z. B. zwei in Fig. 1), welche dann nicht bei allen Keimscheiben mit gleicher Dellenzahl dieselbe, sondern eine unregelmässige Anordnung zeigten. Die Dellen zeigten ziemlich dasselbe Aussehen gleich nach dem Schälen der Eier in der Fixirungsflüssigkeit, wie nach erfolgter Nachbehandlung und Färbung. Diese Dellen konnten auch aufgefunden werden, nachdem die Keimscheiben geschnitten worden waren und unter denselben lagen in der Keimscheibe Kerne. Es war dieses Verhalten ein so constantes, dass für einige Keimscheiben die Zahl der Kerne, welche nachher aufgefunden wurden, schon makroskopisch nach der Zahl der vorhandenen Dellen richtig vorherbestimmt werden konnte. Die Dellen sind eben noch mit blossem Auge sichtbar. Ich will nicht behaupten, dass die Dellen schon in dem lebenden Ei vorhanden seien; ich habe sie immer erst gesehen, nachdem die Eier aus dem Eileiter genommen und in der Fixirungsflüssigkeit geschält worden waren. Es ist immerhin möglich, dass die Dellen bei der Blindschleiche erst unter Einwirkung der Fixirungsflüssigkeit entstanden.

Die Dellen machen es möglich, Keimscheiben aus der Befruchtungszeit, z. B. von durchgefurchten Keimscheiben, sofort zu unterscheiden.

Ich habe keine Kenntniss darüber, in welcher Reihenfolge sich die Eier in den Eileitern der Mutterthiere befanden; ich weiss daher nicht, ob die Eier, welche zuerst in den Eileiter treten und am tiefsten gerückt sind, auch in der Entwicklung die am weitesten fortgeschrittenen sind. Diese Beobachtung künftighin anzustellen, wird, wie ich glaube, dadurch erleichtert, dass es möglich ist, die Befruchtungsstadien früh als solche zu erkennen und ihre Reihenfolge im Eileiter sofort nach dem Eröffnen und Schälen zu notiren.

Keimscheibe A I 1.

Sofort nach dem Schälen konnte ich mit unbewaffnetem Auge, deutlicher mit der Lupe, 2 kleine dunklere Punkte auf der Keimscheibe erkennen (Fig. 1). Dieselben erwiesen sich später als kleine Einsenkungen, Dellen. In Boraxkarmin gefärbt und mit saurem Alkohol ausgezogen war die Keimscheibe heller gefärbt als der Dotter und setzte sich durch 2 concentrische

Ringe gegen den Dotter ab; der innere dieser Ringe war dunkler, der äussere heller. Die beiden Dellen waren jetzt deutlicher sichtbar, zeigten sich jedoch an Grösse und Form unverändert. Die Keimscheibe war von ovaler Form, sie maass in ihrem Längendurchmesser etwa 4 mm, im Breitendurchmesser etwa 3 mm, eingerechnet den dunklen und hellen Ring. Der mittlere Theil der Keimscheibe allein maass im Längendurchmesser etwa 3 mm. Die eine der beiden Dellen lag annähernd in der Mitte der Keimscheibe; die andere in der Längsaxe von der einen Delle etwa $\frac{3}{4}$ mm entfernt. Beim Schneiden orientirte ich die Keimscheibe so, dass ich parallel der Längsaxe schnitt, so dass die beiden Dellen in einen, d. h. in eine Reihe neben einander liegender Schnitte fielen. Die Grösse der Dellen im Verhältniss zur Keimscheibe lässt sich aus Figur 2 entnehmen. Unter jeder der beiden Dellen lag je ein Kern. Die Orientirung war eine so glückliche, dass die beiden Kerne in zwei neben einander liegenden Schnitten sich befinden. Diese beiden Schnitte der Keimscheibe aufeinander gezeichnet stellt Fig. 2 dar, d. h. der eine Kern ist in den nebenanliegenden Schnitt, der im übrigen dem ersten Schnitt völlig gleich ist, eingezeichnet. d und d' sind die beiden Dellen, m und w die beiden Kerne. Auf der ganzen Oberfläche der Keimscheibe fanden sich feine mit Karmin intensiv gefärbte Pünktchen, welche ich nicht mit Sicherheit als Karminniederschläge bezeichnen möchte, obwohl dies das wahrscheinlichste ist. An Stelle der Dellen waren diese Pünktchen zahlreicher, aber von derselben Form und Grösse wie anderwärts,

Ich gehe nun zur Beschreibung der beiden Kerne über, indem ich voranschiebe, dass ausser den beiden Kernen in der Keimscheibe und dem Dotter, soweit derselbe mit geschnitten wurde, weitere Kerne nicht aufzufinden waren.

Ich beschreibe zuerst den Kern, der sich neben der central gelegenen Delle findet (Fig. 2 w und Fig. 3). Der Kern liegt nicht ganz unter der Mitte der Delle, sondern etwas gegen den Pol des Eies zu, welcher der peripheren Delle entgegengesetzt ist, also näher der Mitte der Keimscheibe (vgl. Figg. 2 und 3). Der Kern liegt im feinkörnigen Dotter nahe der Oberfläche der Keimscheibe. Das Chromatin des Kerns färbte sich mit Boraxkarmin intensiv, bei der Nachfärbung mit Hämatoxylin nahm dieser Kern keine merkbare weitere Färbung an. Das Gerüst des

Kerns bestand aus einzelnen Fäden, welche ihrer Form nach darauf hinwiesen, dass sich der Kern in der Theilung befindet. Die Figur entspricht etwa dem, was man unter dem Stadium des Knäuels zu verstehen pflegt. Auf der Seite gegen die Oberfläche zeigte der Kern eine kleine achromatische, deutliche bogenförmige Linie, über deren Natur und Bedeutung ich nicht klar werden konnte. Vom Kern gegen die Oberfläche der Keimscheibe lässt sich eine doppelte Linie verfolgen, innerhalb welcher das Protoplasma der Keimscheibe verändert erscheint (Fig. 3 st).

Ich werde im Folgenden diese Verbindung als „Strasse“ bezeichnen. Gegen den Kern zu erweitert sich die Strasse und schien mir den Kern noch zu umfassen. In der Zeichnung ist dies nur zum Theil wiedergegeben, wie es eben der Zeichner sehen konnte, den ich mich stets bemühe, nicht durch das, was ich zu sehen glaube, zu beeinflussen. Das Protoplasma in der Umgebung des Kerns scheint wenig verändert; es besteht aus feinkörniger Masse, wie der übrige Furchungsdotter. Ich konnte keinen differencirten Hof, auch keine Strahlung um diesen Kern erkennen.

Der Kern unter der anderen (peripheren) Delle liegt direct unter derselben, der Oberfläche derselben etwas näher als der erstere. Der Kern (Fig. 4) war zunächst nach der Färbung mit Boraxkarmin nur schwer aufzufinden, da er fast gar nicht gefärbt war. Trotzdem liess ich denselben, wie den andern gleich nach der Färbung mit Boraxkarmin zeichnen. Bei der Nachfärbung mit Hämatoxylin färbte sich dieser Kern etwas deutlicher, aber er scheint überhaupt nur wenig Chromatin zu besitzen. Der Kern ist von rundlicher, etwas ovaler Form, die Axe des Ovals steht senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe. In der Umgebung des Kerns findet sich Protoplasma, welches sich von dem feinkörnigen Furchungsdotter, der die weitere Umgebung bildet, wesentlich unterscheidet. Es erscheint homogen, färbte sich mit Hämatoxylin fast gar nicht, aber ziemlich stark mit Boraxkarmin. Im Schnitte bildet es seiner Form nach einen Hof um den Kern. Strahlung ist deutlich zu erkennen, doch ist dieselbe nicht sehr ausgesprochen.

Deutung. (Ich füge der Beschreibung jeder Keimscheibe der besseren Uebersicht wegen kurz bei, welche Deutung ich den

Befunden im zweiten Theil dieser Arbeit geben werde. Die Be-
weise, welche ich für meine Deutungen vorlegen zu können
glaube, habe ich im zweiten Theil zusammengestellt.) Weib-
licher Vorkern ist vorhanden, er befindet sich nach Abstossung
des (zweiten?) Richtungskörperchens noch im Knäuelstadium.
Ein Spermakern ist vorhanden, er liegt weit vom weiblichen
Vorkerne entfernt.

Keimscheibe A I 2.

Eine Delle war in dieser Keimscheibe mit der Lupe nicht zu
erkennen. Im Schnitt zeigte sich Folgendes: An einer Stelle,
entsprechend der Mitte der Keimscheibe, fand sich eine geringe
Einsenkung der Oberfläche. Unter derselben lagen in der Keim-
scheibe nahe beisammen (in einem Schnitt getroffen) zwei Kerne
(vgl. Fig. 5). Die beiden Kerne unterscheiden sich von ein-
ander. Der eine derselben (Fig. 5 w) ist um ein Bedeutendes
grösser als der andere m, hat deutliches, in Ruhe befindliches
Kerngerüst und zeigt in seiner Umgebung keine deutliche Diffe-
renzierung des Protoplasmas, jedenfalls keinen Hof mit Strahlung.
Wohl aber kann man eine kleine Vaeuole (Fig. 5 V) auf der
dem anderen Kerne zugekehrten Seite des Kernes w deutlich er-
kennen.

Der andere der beiden Kerne (Fig. 5 m), der etwa die
Grösse des in der Keimscheibe A I 1 beschriebenen Kernes Fig.
4 m besitzt, gleicht auch im übrigen diesem Kerne, doch ist er
fast vollständig rund. Strahlung ist von einem den Kern um-
gebenden Hof ausgehend deutlich zu erkennen. Das Chromatin-
gerüst des Kerns ist in Ruhe befindlich. Beide Kerne liegen
gleich weit von der Oberfläche der Keimscheibe entfernt. Wei-
tere Kerne konnte ich in dieser Keimscheibe nicht auffinden.
Beide Kerne sind nur wenig gefärbt, der kleinere zeigt die rothe
Farbe etwas deutlicher. Es ist dies wohl durch den ihn um-
hüllenden Hof, der sich mit Boraxkarmin intensiv tingirt, bedingt.

Deutung. Ein weiblicher Vorkern und ein Spermakern
sind vorhanden, beide liegen nahe beisammen.

Keimscheibe A I 3.

Bei makroskopischer Besichtigung konnte ich im Flächen-
bild dieser Keimscheibe, die im übrigen der vorher beschriebenen

vollständig gleichsah, nur eine Delle erkennen. In der Schnittserie fand ich dementsprechend nur unter dieser einen Delle Kerne, weitere Kerne waren in dieser Keimscheibe nicht aufzufinden. Es fanden sich unter der Delle zwei in Berührung an einander liegende Kerne (Fig. 7), ein kleinerer und ein grösserer. Der letztere ist etwa doppelt so gross wie der andere. Der kleinere der beiden Kerne (Fig. 7 m) färbte sich deutlich mit Boraxkarmin. Er befindet sich im Ruhezustand, ist rundlich und zeigt keine Gliederung. Bei Nachfärbung mit Hämatoxylin färbte sich der Kern noch etwas und wurde, indem sich die beiden Farben deckten, dunkel gefärbt. Der andere, grössere Kern (Fig. 7 und 8 w) färbte sich mit Boraxkarmin gar nicht, mit Hämatoxylin dagegen wohl. Dieser Kern ist von ovaler Form und zeigt ein im Ruhezustand befindliches Kerngerüst. Er steht mit seiner Längsaxe senkrecht zur Oberfläche des Eies. Um diesen Kern ist eine kleine Höhle vorhanden. Der Kern selbst ist durch den Schnitt in zwei Hälften zerlegt. Beide Schnitte sind abgebildet Figg. 7 u. 8. In dem einen der Schnitte (Fig. 8) scheint er frei in der Höhle zu liegen. Doch besteht an verschiedenen Stellen eine lockere Verbindung durch feine Fädchen zwischen dem Kern und dem die Wand der Höhle bildenden Protoplasma. Es scheint mir dies die Annahme als möglich erscheinen zu lassen, dass im Leben diese Höhle mit einem bei Einwirkung von Reagentien leicht schrumpfendem Protoplasma erfüllt war und erst infolge der von mir angewandten Behandlung diese Fadenform in die Erscheinung trat. Doch schliesst dies auch die andere Möglichkeit nicht aus, dass die Höhle durch Schrumpfung der Umgebung entstanden ist. Der kleinere der beiden Kerne liegt nicht frei in dieser Höhle, sondern berührt mit seiner einen Seite das umgebende Protoplasma, mit der anderen berührt er den grösseren Kern. Eine Strahlung konnte ich nicht erkennen. Der kleinere der beiden Kerne liegt der Oberfläche näher; er liegt oben.

Deutung. Ein weiblicher und ein männlicher Vorkern sind vorhanden. Die Conjugation beider hat begonnen.

Keimscheibe A I 4.

Diese Keimscheibe ergibt denselben Befund wie Keimscheibe A I 3 und kann somit als Bestätigung für das dort Geschilderte

dienen. Das Lageverhältniss der beiden Kerne, ich glaube das besonders hervorheben zu sollen, ist in diesen beiden Keimscheiben in allen Hinsichten (zu einander, zur Keimscheibe, zur Höhle) dasselbe wie bei Keimscheibe A I 3. Die Höhle ist in Keimscheibe A I 4 etwas kleiner als in A I 3. Dass ich in dieser Keimscheibe weitere Kerne nicht fand, kann auch darin seinen Grund haben, dass dieselbe beim Ablösen vom Dotter (es geschah dies noch mit der Staarnadel) zerbrach. Doch wurde jedes der einzelnen Theilstücke geschnitten und untersucht.

Deutung. Conjugation des weiblichen und männlichen Vorkerns.

Keimscheibe A I 5.

Diese Keimscheibe ergab bei der Flächenbesichtigung dasselbe Bild wie die Keimscheibe A I 1; nur zeigte sie nicht, wie die letztgenannte, zwei Dellen, sondern deren vier. Die vier Dellen lagen einander ziemlich nahe im Raume eines Kreises von etwa 2 mm Durchmesser. In der Schnittserie zeigte sich, dass die eine der Dellen ziemlich die Mitte der Keimscheibe einnimmt und die anderen mehr peripher liegen.

Unter der centralen Delle fand ich ein eigenthümliches Gebilde, das ich im Folgenden beschreibe. Das Ganze liegt über 3 Schnitte vertheilt, in Figur 9, 10, 11 habe ich die entsprechenden Stellen dieser 3 Schnitte wiedergegeben. Während in dem mittleren der beiden Schnitte wenig zu sehen ist, zeigt sich in den beiden äusseren Schnitten je ein Kugelhäufchen. Dasselbe tingirte sich mit Boraxkarmin deutlich. Ich konnte in einem Schnitt 5, im anderen 6 Kügelchen zählen. Ich fasse jeden der beiden Kugelhaufen als einen Kern auf. Um jeden der beiden Kerne findet sich eine Schicht von Protoplasma, das sich vom übrigen Furchungsdotter durch seine gleichmässige Beschaffenheit unterscheidet. Strahlung lässt sich nicht erkennen. Die die Kerne umhüllende Schicht differencirten Protoplasmas verbindet auch die beiden Kerne und lässt sich auf dem zwischen den beiden Kernen lagernden Schnitt (Fig. 10) deutlich erkennen. Ausserdem zeigten sich in diesem Schnitt in der Mitte des Hofes h einzelne feine Pünktchen V, die als quer geschnittene Verbindungsfäden zwischen beiden Kernen gedeutet werden könnten. Die beiden Kerne liegen tief im feinkörnigen Dotter an der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter.

Unter jeder von zwei weiteren Dellen fanden sich ein Kern von der Art der früher beschriebenen und in Fig. 4 für Keimscheibe A I 1 abgebildeten. Die Aehnlichkeit der Kerne mit dem letzteren ist so gross, dass ich mich direkt auf jene Abbildung beziehen kann.

Beide Kerne liegen nahe der Oberfläche und befinden sich im Ruhestadium. Sie zeigen einen deutlichen Hof mit Strahlung, geringe Färbbarkeit mit Boraxkarmin und mit Hämatoxylin.

Unter der vierten Delle liegt an der Grenze zwischen feinkörnigem und grobkörnigem Dotter ein in Theilung begriffener Kern (Fig. 12). Derselbe befindet sich im Stadium der Aequatorialplatte und zeigt deutliche Schleifen. Dieselben färbten sich intensiv mit Boraxkarmin. Die achromatischen Spindelfäden sind deutlich, eine Polstrahlung dagegen ist nicht zu erkennen.

Deutung. Die beiden ersten Furchungskerne sind vorhanden, doch haben sie sich eben erst gebildet. Es sind drei Nebenspermakerne vorhanden, davon einer in Theilung begriffen, die anderen in Ruhe.

Keimscheibe A I 6.

In dieser Keimscheibe konnte ich, obwohl sie in lückenloser Serie geschnitten ist, keine Kerne auffinden.

Keimscheibe A II 1.

In dieser Keimscheibe fand ich drei Kerne. Einer derselben war etwa noch einmal so gross wie die beiden anderen und kann seinem Ansehen nach wohl mit dem aus Serie A I 2 in Fig. 5 w abgebildeten Kerne verglichen werden. Er lässt in der Umgebung keinen Hof und keine Strahlung erkennen. Die beiden anderen Kerne sind kleiner, sehen einander und dem in Serie A I 1 Fig. 4 m abgebildeten Kerne ähnlich. Beide haben einen Protoplasmahof mit deutlicher Strahlung. Der eine der beiden kleineren Kerne liegt nahe dem grossen, wenig weiter von demselben ab, als m von w in Fig. 5. Der grosse und einer der kleineren Kerne liegen nahe der Mitte der Keimscheibe; der andere der beiden kleineren Kerne liegt weit ab, nahe dem Rande der Keimscheibe. Jeder der drei Kerne liegt unter einer seichten, aber deutlichen Delle.

Deutung. Ein weiblicher Vorkern, 2 Spermakerne.

Keimscheibe A II 2—A II 11.

Diese Keimscheiben kann ich zusammen besprechen, da sie sich in vielen Punkten ähnlich sind. Ich werde zunächst das anführen, was allen diesen Keimscheiben gemeinsam ist und dann das, wodurch sie sich unterscheiden.

Alle diese Keimscheiben weisen zwei beisammen liegende Kerne auf. Diese Kerne liegen stets in der Mitte der Keimscheibe. In allen diesen Keimscheiben finden sich mit Ausnahme von A II 2 noch weitere Kerne. Die Zahl der letzteren wechselt von 1—5. In Keimscheibe A II 3 u. 4 findet sich ein, in Keimscheibe A II 5—7 zwei, in Keimscheibe A II 8—10 drei und in Keimscheibe A II 11 sogar 5 solcher weiterer Kerne. Die beiden beisammen liegenden Kerne sind nicht in allen Keimscheiben nach Aussehen und Lage gleich.

In Keimscheibe 2, 5, 6, 8, 9 und 11 ist der eine der beiden Kerne etwa doppelt so gross wie der andere (Figur 15 aus Serie II 6).

In Keimscheibe A II 3 ist der eine Kern nur wenig grösser als der andere (Fig. 13). In allen diesen Keimscheiben tingirt sich der kleinere der beiden Kerne etwas intensiver, da er sich sowohl mit Boraxkarmin wie mit Hämatoxylin färbt, während der grössere nur Hämatoxylin annahm. Doch erhielt ich auch hier den Eindruck, als ob die dunklere Rothfärbung des kleineren Kernes dadurch bedingt sei, dass derselbe inniger von dem sich intensiv mit Boraxkarmin färbenden protoplasmatischen Hof umschlossen ist als der andere Kern.

In Keimscheibe A II 4 und A II 7 sind die beiden Kerne nahezu gleich gross. Die Lage der beiden Kerne zu einander und zur Oberfläche der Keimscheibe ist eine verschiedene. In allen Keimscheiben ausser A II 3 liegt der grössere der beiden Kerne näher der Oberfläche (vgl. Fig. 13), der kleinere ferner; der grössere liegt auf dem kleineren, nur in Keimscheibe A II 3 (Fig. 15) ist es umgekehrt. In den Keimscheiben, in welchen sich die beiden Kerne so gleich sehen, dass eine Unterscheidung beider nur schwer möglich ist (A II 4 und A II 7), kann selbstredend auch über das Lageverhältniss keine genaue Angabe gemacht werden. In der Mehrzahl der Fälle verlief die Axe, welche den Mittelpunkt beider Kerne verbindet, annähernd senkrecht zur Ober-

fläche des Eies (diese als Ebene gedacht, Keimscheibe A II 2, 3, 5, 6, 8, 11), seltener unter einem spitzen Winkel (Keimscheibe A II 4, 7, 9, 10). Dass sie annähernd parallel zur Oberfläche lief, habe ich in keinem Fall beobachtet. Um die beiden Kerne fand sich in allen Keimscheiben ein mehr oder weniger deutlicher Hof, derselbe umfasst in Keimscheibe A II 2, 8, 9, 11 besonders den kleineren der beiden Kerne. Von diesem Hof ging in allen Keimscheiben eine Strahlung aus, besonders deutlich war dieselbe in Keimscheibe A II 2, 4, 6, 8, 9, 11.

Die weiteren Kerne, deren Anwesenheit in diesen Keimscheiben ich erwähnte, waren stets dem kleineren der beiden ähnlicher als dem grösseren. Sie zeigten stets einen deutlichen Hof mit Strahlung. Von diesen Kernen lag die Mehrzahl unter deutlichen seichten Dellen (Fig. 14 aus Serie A II 3). Als besonders auffallend habe ich folgenden Umstand zu erwähnen. In Keimscheibe A II 4 fand ich neben den beiden zusammenliegenden Kernen noch ein zweites solches Paar vor. Dasselbe lag nicht wie das zuerst beschriebene in der Mitte der Keimscheibe, sondern etwas entfernt davon, nicht über dem Zapfen der Keimscheibe (d. h. der Stelle, an welcher früher nach meiner Ansicht das Keimbläschen lag), sondern ausserhalb desselben. Während im ersten Kernpaar die Verbindungslinie der Mittelpunkt beider Kerne zur Oberfläche der Keimscheibe nur wenig geneigt war, stand die des zweiten Kernpaares parallel zur Keimscheibenoberfläche. Die spitzen Winkel, welche jede der beiden Axen mit der Keimscheibenoberfläche bilden, schauen mit der Spitze gegeneinander. Die beiden Axen schneiden sich etwa unter einem rechten Winkel. Die beiden Kernpaare zeigen einen deutlichen Hof mit Strahlung. Welche Deutung ich diesem zuletzt beschriebenen merkwürdigen Befunde gebe, werde ich später erörtern.

Deutung: Keimscheibe A II 5 Conjugation.

Keimscheibe II 3 Conjugation, ein Nebenspermakern.

"	II 4	Zwei Conjugationen,	ein	"
"	II 5—7	Conjugation,	zwei	Nebenspermakern.
"	II 8—10	"	drei	"
"	II 11	"	fünf	"

Keimscheibe A II 12.

In dieser Keimscheibe fand ich nur einen einzigen in Theilung begriffenen Kern. Derselbe liegt in der Mitte der Keimscheibe über dem Zapfen, an der Stelle, an welcher in den zuletzt beschriebenen 10 Keimscheiben die in Conjugation befindlichen Kerne liegen. Weitere Kerne fand ich in dieser Keimscheibe nicht vor.

Die Theilungsfigur Figur 16 und 17 ist eine äusserst regelmässige. Sie ist fast parallel zur Längsrichtung geschnitten und durch den Schnitt getheilt. Der Schnitt, welchem Figur 16 entnommen ist, enthält den grösseren Abschnitt der Theilungsfigur. Es ist ein Stern von Schleifen gebildet, welche mit Boraxkarmin intensiv gefärbt sind. Die Zahl der Schleifen kann ich nicht genau angeben, um so weniger, da kleine Abschnitte von manchen Schleifen in den nebenan liegenden Schnitt Figur 17 gefallen sind, doch sind es jedenfalls über 12, ich möchte etwa 18—24 schätzen. Die achromatische Spindel ist überaus deutlich, Polstrahlen konnte ich nicht erkennen. Die Form des Ganzen ähnelt sehr der Figur 26. Doch scheint im jetzt betrachteten Fall die Zahl der Schleifen eine grössere zu sein. Die Axe der Theilungsfigur verläuft zwar nicht ganz, aber nahezu parallel der Oberfläche der Keimscheibe, sie bildet zu derselben einen spitzen Winkel. Die Figur liegt ziemlich entfernt von der Oberfläche der Keimscheibe.

Deutung: Theilungsfigur des ersten Furchungskernes.

Keimscheibe A III 1.

In dieser Keimscheibe fand ich zwei sich berührende und drei weitere Kerne. Von den beiden sich berührenden Kernen ist der eine etwas kleiner als der andere; um beide ist ein Hof mit Strahlung erkennbar. Die Kerne liegen in der Mitte der Keimscheibe unter einer flachen Einsenkung der Oberfläche. Die drei anderen Kerne liegen zerstreut in der Keimscheibe, jeder in einem Hof mit deutlicher Strahlung. Alle Kerne sind weniger deutlich erhalten und erscheinen etwas (wie auch die in der folgenden Keimscheibe aufgefundenen) kleiner als die bei Mutterthier A I und II beschriebenen. Dagegen sind Hof und Strahlung bei A III deutlicher erkennbar. Es mag dies damit

in Zusammenhang stehen, dass ich für A I Boveri'sche Flüssigkeit als Fixierungsmittel verwandte.

Ich habe in Fig. 18 einen der Nebenspermakerne aus dieser Keimscheibe abgebildet. Diese Figur ist mit denselben Systemen und sogar bei grösserer Tubuslänge gezeichnet, wie Fig. 4 n und 14 m; trotzdem erscheint der Kern in der Zeichnung bedeutend kleiner als der in der letzteren Figur, dies entspricht jedoch dem Präparat. Besonders deutlich ist in dieser Keimscheibe die oberflächliche protoplasmatische Schicht zu sehen (Figur 18 O). Dieselbe setzt sich nicht in einer geraden Linie gegen die darunter liegende Schicht ab, vielmehr schiebt sie unregelmässige Ausläufer in diese Schicht hinein. An der Grenze erscheint in der Zeichnung noch eine weitere dunkler gehaltene Zwischenschicht. Es macht jedoch den Eindruck, als ob dieselbe nur durch das Uebereinandergreifen der Ausläufer der beiden beschriebenen, in dieser Linie an einander stossenden, Schichten bedingt wäre.

Deutung. Conjugation, 3 Nebenspermakerne.

Keimscheibe A III 2.

In dieser Keimscheibe fand ich drei Kerne mit Hof und deutlicher Strahlung, ähnlich denjenigen, welche in A III 1 beschrieben und in Figur 18 abgebildet wurden. Dieselben liegen alle nicht weit von der Mitte der Keimscheibe entfernt, doch konnte ich in der Mitte selbst keine Kerne auffinden.

Deutung. 3 Spermakerne.

Keimscheibe A III 3.

Diese Keimscheibe kam als eine der ersten in Behandlung und verunglückte, als ich sie mit der Staarnadel vom Dotter abzulösen versuchte. Kerne wurden in derselben, obschon die Mitte der Keimscheibe verhältnissmässig gut erhalten ist, nicht aufgefunden.

Tropidonotus natrix.

Einem Mutterthier wurden 12 Eier entnommen. Die Eier wurden erst geschält, nachdem sie etwa 3 Stunden in Sublimat-Chromsäure gelegen hatten. In Alkohol wurden die Keimscheiben nach 24 Stunden mit dem Rasirmesser abgetragen, mit Borax-

karmin im Stück gefärbt, mit Paraffin durchtränkt, geschnitten und mit Hämatoxylin nachgefärbt. Die Keimscheiben waren nicht alle gleich gross. Vielmehr wechselte die Grösse derselben fast um das Doppelte des Durchmessers. Die Keimscheiben lagen alle auf der Breitseite des Eies ziemlich in der Mitte, das heisst gleich weit von beiden spitzen Polen entfernt.

Sofort nachdem die Eier geschält waren, liess sich auf der Oberfläche der Keimscheiben Folgendes erkennen: Es zeigten sich auf allen Keimscheiben mehr oder weniger zahlreiche dunkle Punkte, welche den Eindruck von Dellen (Einsenkungen, Gruben) machten. Dieses Bild, das ich von *Anguis fragilis* her kannte, brachte mich sofort auf den Gedanken, dass ich es hier mit Befruchtungsstadien zu thun habe. Es ergab sich hernach, dass zwar die Befruchtung schon vorbei war, aber bei der Mehrzahl der Keimscheiben die Bildung der beiden ersten Furchungskerne eben erst begonnen hatte. Namentlich dem ungeübten Auge dürften die Dellen als Anhaltspunkt dienen, um auch bei *Tropidonotus natrix* Befruchtungsstadien leicht von durchgefurchten Keimscheiben unterscheiden zu können, was z. B. für Wahl von für das eine oder andere geeigneten Fixierungsflüssigkeiten nützlich sein mag. Ein Theil der Keimscheiben wurde nach der Färbung mit Boraxkarmin vor dem Schneiden gezeichnet. Fig. 33 und 49 zeigt solche Keimscheiben mit zahlreichen in der Zeichnung dunkel gehaltenen Gruben. Die Keimscheiben von *Tropidonotus* sind, wie bekannt ist, viel grösser als die der Blindschleiche. Es wurden dieselben daher bei der Zeichnung nur 6mal vergrössert, während die Blindschleichenkeimscheiben Fig. 1 und 6 12mal vergrössert sind.

Die Schichtung des Dotters ist auch hier keine so deutliche wie bei der Eidechse. Immerhin lässt sich concentrische Anordnung bisweilen auch Schichtung des Dotters um eine dotterarme Stelle, welche nicht immer unter der Mitte der Keimscheibe liegt, erkennen. Ihrer räumlichen Ausdehnung nach entspricht die dotterarme Stelle etwa dem im Flächenbilde bei manchen Keimscheiben, z. B. Fig. 49, sichtbaren inneren dunklen Ring. Vergl. auch die Schnittfigur Sarasin's (Fig. 1) von *Lacerta agilis*. Diese dotterarme Stelle ist durch ein gut entwickeltes Plasmanetz ausgefüllt. Nach oben gegen die Keimscheibe erstreckt sich, ausgehend von der dotterarmen Stelle, häufig ein

streifenförmiger Fortsatz, gleichfalls aus dotterarmem Plasma bestehend. Doch findet ein Zusammenfluss mit der feinkörnigen Masse, welche die Keimscheibe bildet, zumeist nicht statt, vielmehr schiebt sich noch grobkörniger Dotter dazwischen. Nur entsprechend der Mitte der dotterarmen Stelle zeigt die Keimscheibe einen zapfenartigen Vorsprung gegen den Dotter, und dieser kommt bisweilen in nahe Berührung und selbst zum Zusammenfluss mit dem Fortsatz der dotterarmen Stelle. Oft erstreckt sich neben dem nach oben gehenden Zapfen der dotterarmen Stelle ein Zapfen, ausgehend von der tiefsten Schicht der Keimscheibe, in die dotterarme Schicht hinein. Zapfen der dotterarmen Schicht gegen die Keimscheibe finden sich bisweilen auch mehrere. Man sieht daraus, dass Beziehungen zum Ei anderer Reptilien, wie zum Vogelei, immerhin vorhanden sind.

Wohl zu erkennen ist auch hier die bei der Blindschleichenkeimscheibe beschriebene oberflächliche Schicht feinsten Protoplasmas des Furchungsdotters.

An der Stelle der Keimscheibe, welche über der Mitte der dotterarmen Schicht liegt, finden sich auch hier zerstreut im Furchungsdotter jene feinen, mit Boraxkarmin tingiblen Partikelchen, welche ich bei der Blindschleichenkeimscheibe besprochen habe. Die Eischale ist viel dicker als bei *Anguis fragilis*. Die Dotterhaut ist beim Schälén nur bei Keimscheibe T 3 und T 9 auf der Keimscheibe haften geblieben und mitgeschnitten worden. Die Keimscheiben bezeichne ich mit T 1 bis T 12 und beschreibe dieselben im Folgenden einzeln. Die Reihenfolge richtet sich nicht nach dem Entwicklungsgrad der Keimscheibe.

Keimscheibe T 1.

Ich beginne die Schilderung mit dieser Keimscheibe, weil die Deutung des Befundes mir hier nicht schwierig erscheint.

Von der Fläche gesehen konnten auf dieser Keimscheibe (Fig. 33) nur etwa 6 Einziehungen deutlich wahrgenommen werden. In der Schnittserie fand sich eine Theilungsfigur, welche ich im Folgenden beschreiben werde, und 14 in Ruhe befindliche Kerne.

Die Theilungsfigur (Fig. 34) liegt in der Mitte der Keimscheibe über der dotterarmen Stelle, tief im Furchungsdotter an

der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter. Das Chromatin hat sich in zwei Häufchen getheilt, welche von einander getrennt liegen. Die Chromosomen lassen sich erkennen zum Theil als kurze Stäbchen, zum Theil nur als ganz kleine Kügelchen (vielleicht sind die letzteren auch Stäbchen, welche senkrecht auf der Bildfläche stehen). Zwischen diesen Elementen liegt nun offenbar noch eine zum Kern gehörige Substanz; ob es sich dabei aber um Kügelchen handelt, ähnlich denen der Fig. 9 und 11 bei der Blindschleiche konnte ich nicht mit Sicherheit erkennen. Jedenfalls würde es sich hier um ein jüngeres Stadium handeln. Ich fasse die beiden Gebilde als Tochterkerne auf, welche eben anfangen in Ruhe überzugehen. Um jeden dieser beiden Tochterkerne bildet feines, fast homogen erscheinendes Plasma einen Hof. In diesem sind namentlich auf der einander zugekehrten Seite der beiden Kerne Fäden sichtbar, welche als noch von der Theilung her bestehende Verbindungsfäden aufgefasst werden können. Auf dem nächsten nicht abgebildeten Schnitt ist das Durchlaufen der Fäden von Figur zu Figur deutlicher zu sehen.

Die übrigen 14 Kerne dieser Keimscheibe befinden sich sämtlich im Ruhezustand. Es sind alle bis auf einen, welchen ich besonders beschreiben werde, wohlgebildete Kerne mit deutlichem Chromatingerüst. Alle sind von einem aus fast homogen erscheinenden Protoplasma gebildeten Hofe umgeben. Von diesem Hof strahlt das Protoplasma in radiärer Anordnung in die Umgebung aus. An manchen Stellen setzen sich die Strahlen bis zu der oberflächlichen plasmatischen Schicht fort, in welche sie dann übergehen, in ähnlicher Weise, wie dies in Figur 43 aus Serie T 3 der Fall ist. In anderen Richtungen scheinen sie mit dem die ganze Keimscheibe durchziehenden Protoplasmagerüst in Verbindung zu stehen.

Ueber Stellen, an welchen sich Kerne finden, verläuft in dieser Keimscheibe nur in einem einzigen Falle die Oberfläche der Keimscheibe unverändert. Ueber allen anderen Kernen bildet sie mehr oder weniger tiefe Einsenkungen, Dellen, Gruben. Solche sollen bei Keimscheibe T 3 des Ausführlichen unter Vorlegung von Abbildungen beschrieben werden. Hier sei nur bemerkt, dass in dieser Keimscheibe fünf Kerne unter Dellen, acht unter mehr oder weniger tiefen Gruben liegen.

Einer dieser einzelnen Kerne unterscheidet sich nach Form

und Verhalten gegen Tinctionsmittel von allen übrigen. Er ist viel kleiner, als alle anderen, von rundlicher Form und färbt sich dunkelroth mit Boraxkarmin. Es macht so den Eindruck, als ob in demselben das Chromatin in kleinem Raum dicht zusammengehäuft sei. Ich werde bei Beschreibung weiterer Keimscheiben auf solche Kerne wieder zurückkommen.

Ich habe diese Serie der Reconstructionsfigur 3, welche ich in der Zusammenstellung meiner Resultate über dieses Thema im V. Jahrgang des Anatomischen Anzeigers gegeben habe, zu Grunde gelegt. Es zeigt sich bei Vergleichung von Fig. 33 mit dieser Reconstructionsfigur, dass sich der Lage nach nur 5 von den auf der Keimscheibe makroskopisch gesehenen Einziehungen auf in der Reconstructionsfigur dargestellte Kerne beziehen lassen.

Irgend eine Andeutung von Furchung konnte an dieser wie an den im Folgenden beschriebenen Keimscheiben desselben Mutterthieres nicht aufgefunden werden.

Deutung. Die zwei ersten Furchungskerne sind in Bildung begriffen. 14 Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 2.

In dieser Keimscheibe fand ich im Ganzen 39 Kerne, es ist dies die höchste Zahl, welche in den 12 Keimscheiben dieses Mutterthieres vorkam. Die Formen, welche sich unter diesen Kernen finden, erfordern wegen ihrer Mannigfaltigkeit eine etwas ausführlichere Beschreibung.

Ich beginne mit zwei Kernen, denen ich eine besondere Bedeutung gegenüber allen übrigen in dieser Keimscheibe sich findenden Kernen zuzuschreiben geneigt bin. Der eine der Kerne ähnelt sehr den in Fig. 9 und 11 von der Blindschleiche abgebildeten Kernen und ist in Fig. 36 a abgebildet. Er besteht aus etwa vier bis sechs kleinen, wenig tingirten Kügelchen, welche, nahe beisammen liegend, sich innig berühren. Der andere ist in Theilung begriffen und in Fig. 36 b abgebildet. Er ähnelt wenig der nachher zu beschreibenden Figur 35. Er hat nämlich eine nur wenig deutliche Polstrahlung, auch sind deutlich abgesetzte Schleifen oder Stäbchen nicht zu erkennen. Wenn man das Ganze als eine Theilungsfigur aussprechen will, muss man es jedenfalls im Vergleich mit der Figur 35 als eine unregelmässige bezeichnen. Die beiden beschriebenen Kerne, der

aus Kügelchen bestehende und die Theilungsfigur liegen nahezu in der Mitte der Keimscheibe, über der dotterarmen Stelle. Es finden sich aber auch noch weitere Kerne in dieser Keimscheibe, welche sich nicht in Ruhe befinden. Ich fasse zunächst die Theilungsfigur Fig. 35 in's Auge. Dieses Gebilde liess sich mit schwacher Vergrösserung nach Färbung mit Boraxkarmin zunächst nur als feinen rothen Strich erkennen. Mit starker Vergrösserung erhielt ich das Bild, welches Figur 35 darstellt. Es erwies sich als Theilungsfigur, die achromatische Spindel mit den Polstrahlen ist sehr deutlich, die chromatischen Elemente treten weniger hervor. Die Axe der Spindel läuft nahezu parallel zur Schnittebene, zur Oberfläche der Keimscheibe jedoch unter einem kleinen spitzen Winkel. Der Versuch, die chromatischen Elemente durch langdauernde Nachfärbung mit Hämatoxylin deutlicher zu machen, hatte wenig Erfolg. Ich wurde so zu dem Gedanken geführt, dass die chromatischen Elemente hier entweder wenig tingibel, oder nur in ganz geringer Masse vorhanden sein müssten. In der That zeigte sich, als ich nun zur Oelimmersion griff, dass Chromosomen wohl vorhanden waren, aber weder die Form, noch die Grösse, noch die Anordnung zeigten, welche ich von Theilungsfiguren, z. B. von Furchungskernen der Blindschleichenkeimscheibe (Fig. 26 und 27) zu sehen gewohnt war. Es handelt sich in dieser Figur um kleine dünne Stäbchen, Schleifen vermochte ich nicht mit Bestimmtheit zu erkennen. Diese Stäbchen waren nicht etwa zu einer Aequatorialplatte oder in einer der gewöhnlichen Formen der Metakinese angeordnet. Vielmehr lagen einzelne schon an den beiden Polen, andere zwischen den die beiden Pole verbindenden achromatischen Fäden, so wie es die Figur 35 zeigt. Jedenfalls, glaube ich, kann kein Zweifel darüber sein, dass es sich hier um eine Theilungsfigur handelt.

Das Protoplasma, in welches die Figur eingebettet liegt, unterscheidet sich von der Umgebung. Es stellt eine fast homogene, nur ganz fein granulirte Masse dar, welche als eine Anhäufung des zwischen den gröberen Körnern des Furchungsdotters überall liegenden feinen Protoplasmas des Furchungsdotters aufgefasst werden kann. Im Nahrungsdotter findet sich nicht weit von der beschriebenen Figur ein Riss, die Figur halbmondförmig umfassend. Dieser Riss, von dem ich glaube, dass

er bei der Fixirung entstanden ist, scheint mir dafür zu sprechen, dass der Hof um die Figur aus einer zwar leicht schrumpfenden, aber doch sehr festen Substanz besteht. Wäre das letztere nicht der Fall, so hätte der Einriss nicht im umgebenden Nahrungsdotter, sondern im Hof selbst entstehen müssen. Die Lage dieser Figur ist nicht ganz über der Mitte der dotterarmen Stelle, sondern etwas, aber wenig ausserhalb von derselben.

Unter den übrigen 36 Kernen konnte ich eine zweifelloste Theilungsfigur nicht erkennen, wohl aber unterscheiden sich einzelne der Kerne von den im Ruhezustande befindlichen. Das Chromatin dieser Figuren, es sind zwei solche Kerne, ist nicht in der regelmässigen Anordnung, welche es bei ruhenden Kernen zeigt. Vielmehr besteht der eine der Kerne aus einem Haufen von kleinen Chromatinpartikelchen, der andere aus einem mehr stabförmigen Gebilde mit mehreren Ausläufern. Doch liegen die Gebilde wie die anderen Kerne innerhalb eines protoplasmatischen Hofes, und um das zuerst beschriebene der beiden ist eine deutliche Strahlung wahrnehmbar. Das Aussehen dieser Formen, die sich auch in den später zu beschreibenden Keimscheiben wiederfinden, zeigt eine gewisse Regelmässigkeit, so dass ich dieselben nicht ohne Weiteres als zerfallende Kerne bezeichnen möchte. Auch hier finden sich wieder kleine intensiv gefärbte Kerne (11 an der Zahl), wie ich schon eines in der zuerst beschriebenen Keimscheibe erwähnt habe. In Keimscheibe T 4 und 6 werde ich solche Körperchen näher beschreiben. Hier verweise ich auf die Figur 46, welche einen derartigen Kern aus Keimscheibe T 4 darstellt.

Die übrigen Kerne, die Mehrzahl (25), sind regelmässig, wie die früher beschriebenen und ähnlich den in Fig. 43 und 45 abgebildeten. Alle besitzen einen Hof mit deutlicher, weithin sich erstreckender Strahlung. Die Lage derselben ist eine verschiedene, einige sind nahe der Oberfläche, andere tief unten an der Grenze des Furchungs- gegen den grobkörnigen Dotter in unregelmässigen Abständen von einander zu finden, bald mehrere nahe beisammen, andere in der Keimscheibe zerstreut, einige näher der Mitte, andere nahe dem Rand. Alle diese Kerne zeigen ein mässiges Tinctionsvermögen für Boraxkarmin, ein geringeres bei Nachfärbung mit Hämatoxylin.

Ueber einem Theil der Kerne zeigte die Oberfläche des

Dotters keine Einsenkung, verlief vielmehr glatt über die Kerne weg. Ueber den anderen Kernen, und dies ist etwa die Hälfte der ganzen Zahl, bildet die Oberfläche der Keimscheibe eine mehr oder weniger tiefe Grube. Solche Gruben habe ich aus Keimscheibe T 3 Fig. 37, 38 und 40 abgebildet und werde sie dort eingehender besprechen.

Deutung. Zwei Furchungskerne, davon einer in Theilung begriffen, 37 Nebenspermakerne, davon sind 11 unausgebildet und einer in Theilung begriffen. Die Deutung dieser Keimscheibe stelle ich mit Vorbehalt auf. Die Gründe hiefür werde ich im zweiten Theil dieser Arbeit angeben.

Keimscheibe T 3.

In dieser Keimscheibe konnte ich 24 Kerne auffinden. Dieselben befanden sich sämmtlich im Ruhezustand. Doch war der Aufbau des Kerns und des Kerngerüsts nicht bei allen gleich. Diejenigen, welche sich von den bisher beschriebenen unterscheiden, werde ich im Folgenden beschreiben.

Bei dem grösseren Theil der Kerne war die Strahlung deutlich. Ueber neun Kernen war die Oberfläche der Keimscheibe unverändert, über neun weiteren zeigte sie eine seichte Delle, z. B. Figur 43; sechs Kerne endlich lagen unter mehr oder weniger tiefen Gruben (Fig. 37, 38, 40). Die in anderen Keimscheiben aufgefundenen Gruben sind den in dieser Keimscheibe beobachteten und zum Theil (Fig. 37—40) abgebildeten Gruben ähnlich und so kann ich bei den anderen Keimscheiben auf die hier gegebene folgende Schilderung der Gruben Bezug nehmen.

Zunächst fasse ich eine Grube mit Kern ins Auge (Fig. 37). Die Grube senkt sich trichterförmig ein, verjüngt sich aber nicht bis zu ihrem Grunde gleichmässig, vielmehr zeigt sie im Grunde noch einmal eine bauchige Erweiterung. Der zu der Grube gehörige Kern liegt nicht direct unter der tiefsten Stelle der Grube, sondern neben derselben. Der Dotter schliesst nicht allseitig dicht an den Kern an, vielmehr bleibt ringsum ein feiner Spalt-raum. Strahlung ist in der Umgebung des Kerns deutlich, dieselbe wurde vom Zeichner so wiedergegeben, wie er sie bei schwacher Vergrösserung sehen konnte.

Ich beschreibe jetzt die Grube, welche in Fig. 38 dargestellt

ist. Diese Grube ist etwa ebenso tief, wie die eben beschriebene, aber viel enger. Ich habe zwei neben einander liegende Schnitte abgebildet. Die Ebene der Fig. 39 ist also vor oder hinter, aber parallel zur Ebene der Figur 38 zu denken. (stellt nicht etwa einen Querschnitt dar). Denkt man sich die zwei Schnitte so aufeinandergelegt, dass sich die Kerne annähernd decken, so erhält man eine lange röhrenförmige Grube, welche sich unten gabelt. Die freie Oeffnung der Grube gegen die Keimscheibenoberfläche ist in Figur 38 nicht ersichtlich, dieselbe ist aber deutlich im nächsten, nicht abgebildeten Schnitt. Oben über die Grube läuft die Dotterhaut weg, ohne sich einzusenken. Von der Wand der Grube ragen feine Fäden hinaus, welche flimmerähnliches Aussehen besitzen. Dieselben werden wohl ein Gerinnungsproduct sein. Der Inhalt der Grube besteht aus einem Fadenwerk, das wohl gleichfalls ein Gerinnsel darstellt, aber die Eigenschaft hat, sich mit Hämatoxylin intensiv blau zu färben. Es ist in der Zeichnung dunkel gehalten. Solches Gerinnsel findet sich häufig in tiefen Gruben. Der Kern liegt der Grube direct an, ragt sogar in dem Schnitt Fig. 39 scheinbar noch etwas in die Grube hinein. Es ist wohl anzunehmen, dass es sich hierbei eben um ein Darauf- oder Darunterliegen des Kerns und nicht um ein Hineinragen handelt. Wohl aber ziehen sich deutlich einige Fäden von der Seite des Kerns in den gegabelten unteren Abschnitt der Grube hinein und scheinen mit dem blauen Gerinnsel in Verbindung zu stehen. Der Kern selbst ist einer von denen, welcher sich von den bisher als „ruhende Kerne mit Strahlung“ beschriebenen wesentlich unterscheidet. Die Form des Kerns ist keine regelmässige. In Schnitt Fig. 38 scheint sich ein vorderer rundlicher Theil gegen einen breiteren Ansatz am Hinterende abzuheben. Der Theil des Kerns, welcher in Schnitt Fig. 39 gefallen ist, ist ziemlich stark gelappt. Um den Kern findet sich ein heller Spaltraum. Das Protoplasma in der Umgebung des Kerns unterscheidet sich in keiner Weise vom übrigen Protoplasma des Furchungsdotters, es ist kein Hof vorhanden. Von Strahlung ist nichts zu erkennen.

Eine weitere Grube mit Kern ist in Fig. 40 abgebildet. Die Grube zeigt eine andere Form als die beiden vorher beschriebenen, sie ist weniger tief und mehr rundlich. In derselben lässt sich gleichfalls in der Tiefe, von der Wand ausgehend, ein

flimmerähnlicher Besatz schon mit schwacher Vergrößerung erkennen. Der zu dieser Grube gehörige Kern liegt ziemlich entfernt von derselben in einer kleinen Vacuole. Mit schwacher Vergrößerung lässt sich weder ein Hof, noch eine Strahlung um denselben erkennen. Untersucht man jedoch mit starker Vergrößerung diesen (Fig. 41) und namentlich den folgenden Schnitt (Fig. 42), so sieht man in der Umgebung des Kerns das Protoplasma verändert, es ist ein feines Netzwerk sichtbar, welches vom Kern aus gegen die Umgebung ausstrahlt und sich in das feine Netzwerk, welches den ganzen Furchungsdotter durchzieht, fortsetzt. Eine eigentliche Strahlung kann man es nicht nennen, es fehlt hierzu die Regelmässigkeit und insbesondere die radiäre Anordnung.

Endlich schliesse ich noch die Beschreibung einer Abbildung an, welche einen Kern darstellt, der, wie die Mehrzahl der Kerne dieser und der anderen beschriebenen Keimscheiben eine ganz regelmässige Strahlung zeigt (Fig. 43). Der Kern liegt in einem Hof, der sich mit Boraxkarmin leicht färbt. Von diesem Hof geht die Strahlung aus. Es erscheint deutlich, dass es eben die Substanz des Hofes ist, welche sich in die Strahlung fortsetzt. Der Kern liegt nicht ganz in der Mitte des Hofes, sondern näher dem einen Pole desselben. Der Hof ist von ovaler Gestalt. Im Kern zeigten sich als Randbegrenzung deutlich zwei scharfe Linien, so dass anzunehmen ist, dass nicht die äusserste Schichte des Chromatins auch die äusserste Schichte des Kerns ist, dass vielmehr noch eine umfassende Hülle besteht. Die Strahlung reicht weithin durch das Protoplasma; verfolgt man die einzelnen Strahlen genauer, so sieht man, dass dieselben nicht frei endigen, sondern allmählich in die feine netzartig, den Furchungsdotter durchziehende Substanz übergehen. Die Anhäufung dieser Substanz unter der Oberfläche der Keimscheibe zu einer eigenen Schicht, welche ich die oberflächliche Plasmaschicht genannt habe, ist in dieser Figur deutlich zu sehen. An der Oberfläche der Keimscheibe sieht man über diesem Schnitt eine seichte Delle. In einem der nächsten Schnitte ist dieselbe etwas tiefer.

Deutung. Furchungskerne habe ich nicht aufgefunden; 24 Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 4.

In dieser Keimscheibe fand ich im Ganzen 16 Kerne. Zwei derselben unterscheiden sich jedoch nach Form und Lage so sehr von allen übrigen, dass ich dieselben zunächst gesondert beschreibe.

Die beiden Kerne liegen in der Mitte der Keimscheibe nahe bei einander in einem Schnitt Fig. 44 f u. f'. Die Kerne sind kleiner als alle übrigen Kerne, welche sich in dieser Keimscheibe finden. Doch sind sie wohl gebildet, rund und zeigen ein deutliches Kerngerüst mit wenig Chromatingehalt. Die Kerne sind wenig roth gefärbt. Der eine der beiden Kerne scheint aus zwei kugligen, aber mit einander verbundenen Hälften zu bestehen; auch der andere zeigt eine kleine Einschnürung. Um jeden der beiden Kerne liegt ein Hof von Protoplasma, welcher sich von der Umgebung nur wenig deutlich (deutlicher auf der Seite gegen den grobkörnigen Dotter) absetzt. Zwischen den beiden sieht man im Dotter zahlreiche Fäden, zum Theil in Bündeln zusammenliegend. Offenbar handelt es sich dabei um noch von der Theilung her bestehende Verbindungsfäden. Die Kerne liegen sich noch sehr nahe, es trennt die beiden Höfe nur eine schmale Dotterschicht von einander. Die beiden Kerne liegen tief im Furchungsdotter an der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter. An der Oberfläche der Keimscheibe vermochte ich keine Einsenkung über diesen Kernen zu erkennen.

Von den übrigen 14 Kernen waren 12 wohlgebildete in Ruhe befindliche Kerne, welche eine Strahlung in ihrer Umgebung deutlich erkennen liessen. Von diesen 12 Kernen lagen alle bis auf vier unter verschiedenen tiefen Gruben resp. Dellen (5 unter Gruben). Von diesen Kernen ist einer abgebildet in Fig. 45. Der abgebildete Kern zeigt die Eigenthümlichkeit, dass er nicht in der Mitte seines Hofes, wie es zumeist der Fall ist, liegt, sondern sogar ganz ausserhalb desselben. Selbstverständlich soll damit nicht behauptet werden, dass der Kern ausser Beziehung zu oder auch nur ausser directem Contact mit seinem Hofe stände. Vielmehr lässt sich eine Protoplasma-Verbindung zwischen Kern und Hof in dem nächsten nicht abgebildeten Schnitt erkennen. Wohl aber liegt die Hauptmasse der Sonne fern vom Kerne. Die beiden Kerne, welche ich jetzt noch zu beschreiben habe, lagen unter Gruben. Ich habe eines dieser Gebilde in Fig. 46 abgebildet. Vom Vorhandensein solcher habe ich schon

in anderen Keimscheiben gesprochen. Es sind kleine, fast runde Chromatinhäufchen, welche sich mit Boraxkarmin intensiv roth färbten. Dieselben umgibt ein heller Hof. Immerhin sind die Gebilde einem Kern ähnlicher, als einem Spermatozoenkopfe der Ringelnatter.

Deutung. Zwei wohlgebildete Furchungskerne (die beiden ersten) mit in Ruhe befindlichem Kerngerüst. 14 Nebenspermakerne, zwei der letzteren sind Spermatozoenköpfen ähnlich.

Keimscheibe T 5.

Ich fand im Ganzen 12 Kerne. Zwei davon unterscheiden sich von allen übrigen und sollen daher zuerst beschrieben werden.

Es sind zwei kleine Kerne mit wenig gefärbtem Kerngerüst, welche den in Keimscheibe T 4 zuerst beschriebenen beiden Kernen ausserordentlich ähnlich sind. Sie liegen gleichfalls sehr nahe beisammen, sind jedoch nicht in einem Schnitt zu sehen, vielmehr sind sie in zwei aufeinander folgende Schnitte gefallen.

Von den übrigen 10 Kernen liegen 6 unter mehr oder weniger seichten Dellen, einer unter einer tiefen Grube, über zwei geht die Oberfläche der Keimscheibe glatt hinweg. Sechs von diesen 10 Kernen sind wohlgebildet, 4 werde ich besonders beschreiben.

Diese sechs Kerne besitzen alle einen Protoplasmahof mit mehr oder weniger deutlicher Strahlung. Der neunte und zehnte Kern sind kleine, rundliche, intensiv gefärbte Gebilde in einem hellen Hofe liegend, wie ein solches bei Keimscheibe T 4 beschrieben und abgebildet (Fig. 46) wurde. Ueber beide läuft die Oberfläche der Keimscheibe ohne Einsenkung weg.

Endlich fand ich noch zwei kernähnliche Gebilde, bei denen das Chromatin in Form eines Stäbchens angeordnet war. Beide zeigten in der Umgebung einen protoplasmatischen Hof. Das eine der Körperchen ähnelte der Form nach dem in Fig. 48 (aus Keimscheibe T 6) abgebildeten. Bei dem anderen der beiden färbte sich der protoplasmatische Hof stark mit Boraxkarmin, auch war die Form des Stäbchens keine ganz regelmässige. Es liesse das Bild daran denken, dass es sich dabei um eine Theilungsfigur handle. Dieselbe könnte schlecht erhalten sein, das letztere halte ich jedoch nach dem Erhaltungszustand der übrigen Kerne für unwahrscheinlich. Vielmehr glaube ich, dass das Ge-

bilde soweit den im lebenden bestehenden Zuständen entspricht, als dies auch bei den anderen Keimscheiben und Theilungsfiguren der Fall war, da ich keinen Grund für das Gegentheil sehe.

Deutung. Die zwei ersten Furchungskerne sind gebildet, es sind 10 Nebenspermakerne vorhanden, von denen drei wenig ausgebildet (und einer in Theilung begriffen?) sind.

Keimscheibe T 6.

Diese Keimscheibe schliesst sich nach ihrem Verhalten eng an die als T 1 beschriebene an. Ich habe dabei in erster Linie das Verhalten einer in der Mitte der Keimscheibe liegenden Theilungsfigur im Auge. Dieselbe ist nicht wie die Figur 34 parallel zu ihrer Längsaxe in den Schnitt gefallen, vielmehr stehen Schnittebene und Längsaxe der Theilungsfigur in einem spitzen Winkel aufeinander. Es fällt die Figur damit nicht in einen Schnitt, sondern in eine Reihe aufeinanderfolgender Schnitte. Sucht man die Figur jedoch aus der Schnittserie zu reconstruieren, so ergibt sich ein dem der Figur 34 ähnliches Bild. Doch liegen sich die beiden in Bildung begriffenen Kerne in dieser Keimscheibe noch näher als in T 1. Einer der wichtigsten Schnitte, welcher die Anordnung des Chromatins in 2 Häufchen zeigt, habe ich in Figur 47 abgebildet.

Ausserdem finden sich in dieser Keimscheibe 14 weitere Kerne, von denen 10 ruhendes Kerngerüst und deutlichen Hof mit Strahlung zeigen und unter Gruben und Dellen von verschiedener Tiefe liegen. Ein weiteres Gebilde, welches ich auch zu den Kernen gezählt habe, dürfte, streng genommen, nur als kernähnliches Gebilde bezeichnet werden. Die Form dieses Gebildes (Fig. 48) ist eine überaus auffallende. Dasselbe ist nicht rund, vielmehr besitzt es eine kommaförmige Gestalt. Es färbte sich intensiv mit Boraxkarmin. Es liegt unter einer Grube, welche, wie die früher beschriebenen Gruben, in ihrer Tiefe flimmerähnlichen Besatz zeigt. Die Umgebung des Körperchens erscheint aufgelockert; doch liegt es nicht gerade in einer Vacuole, vielmehr scheint die Umgebung von einem feinen Netzwerk durchzogen. An der Spitze des Körperchens verdichtet sich dieses Netzwerk zu einem Protoplasmahof. Von diesem Hof, der eine längliche Gestalt besitzt (ich nenne ihn nicht ganz mit Recht „Hof“, da er ja nicht das ganze Körperchen, sondern nur dessen

Spitze umgiebt), geht eine deutliche Strahlung aus. Der äusserste Contour des Körperchen macht den Eindruck einer dasselbe umhüllenden Membran.

Das Körperchen sieht einem Spermatozoonkopfe von *Tropidonotus* ähnlicher als einem der bisher beschriebenen Kerne.

Es findet sich noch ein zweites solches Körperchen in dieser Keimscheibe. Das Chromatin ist jedoch hier nur zum Theil in Stäbchenform angeordnet. Das eine Ende des Stäbchens erscheint aufgelockert und besteht aus einer Anzahl intensiv gefärbter Kügelchen (die Zahl kann nicht genau angegeben werden, da sich die Kügelchen, nahe bei einander gelagert, wohl zum Theil zu decken scheinen). Dieses Gebilde schliesst sich an das untere Ende des Trichters in der Art an, wie dies für den Kern in Fig. 38 und 39 abgebildet wurde.

Ausser diesen beiden finden sich noch zwei runde kleine intensiv gefärbte Kerne in hellem Hof in dieser Keimscheibe.

Dentung. Erster Furchungskern in Theilung. 14 Nebenspermakerne, davon 4 nicht ausgebildet.

Keimscheibe T 7.

Diese Keimscheibe gehört zu den jüngeren Keimscheiben dieses Mutterthieres. Sie zeigt in ihrer Mitte eine grosse Theilungsfigur, welche sich über 6 Schnitte erstreckt. Die Schnittebene steht senkrecht auf der Längsaxe der Theilungsfigur. Die Theilungsfigur zu beschreiben vermag ich nicht, dafür ist die Figur zu undeutlich, doch scheinen mir die Chromosomen schon in 2 getrennten Häufchen zu liegen. Es würde dann die Keimscheibe dem Alter nach etwa zwischen T 1 und T 6 einzureihen sein.

Ausser dieser Figur finden sich noch weitere 16 Kerne in der Keimscheibe. 14 derselben zeigen ein in Ruhe befindliches Kerngerüst. Einer scheint in Theilung begriffen zu sein, doch ist die Theilungsfigur nicht deutlich. Ein anderer Kern, der neben einer Grube liegt, zeigt ein ziemlich compactes Kerngerüst und lässt eine umhüllende Membran deutlich erkennen. Er steht in innigem Zusammenhang mit einem feinen protoplasmatischen Netzwerk, welches in die Umgebung ausstrahlt. Die radiäre Anordnung der Strahlung ist deutlich, doch geht dieselbe direct vom Kern aus, ohne einen trennenden Hof. Die übrigen

14 Kerne haben alle eine deutliche vom Hof ausgehende Strahlung, bei einzelnen ist der Hof wenig compact, besteht vielmehr aus einem feinen Netzwerk, das auch radiäre Anordnung erkennen lässt, doch ist der Hof gegen die eigentliche (von demselben ausgehende) Strahlung scharf abgegrenzt, da sich in demselben feinkörnige Döttereinlagerung nicht findet.

Neun von den Kernen liegen unter Dellen, Gruben, über die anderen verläuft die Oberfläche der Keimscheibe hinweg, ohne eine Einsenkung zu zeigen.

Deutung. Erster Furchungskern in Theilung, 16 Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 8.

Ich konnte in dieser Keimscheibe im Ganzen elf Kerne auffinden. Sämmtliche Kerne liessen sich in dieser Keimscheibe nicht intensiv tingiren und treten nicht so deutlich hervor, wie in den anderen Keimscheiben. Vielleicht ist die Keimscheibe aus irgend einem mir unbekannten Grunde weniger gut erhalten. Zwei der Kerne liegen in der Mitte der Keimscheibe sehr nahe beisammen über der dotterarmen Stelle. Beide sind klein und von differencirtem Protoplasma umgeben. Eine Strecke von den Kernen entfernt ist im Dotter ein auf dem Schnitt halbmondförmiger Spaltraum im Dotter. Es ist offenbar ein Riss, der durch die stärkere Zusammenziehung der nächsten Umgebung der Kerne bei der Fixirung entstanden ist. Aehnliches wurde auch in Keimscheibe T 2 Fig. 35 beobachtet und dort abgebildet.

Die übrigen 9 Kerne liegen zerstreut in der Keimscheibe. Grösstentheils sind es wohl ausgebildete Kerne, zwei davon sind etwas kleiner als die übrigen, ein dritter scheint sich in Theilung zu befinden, doch ist die Theilungsfigur sehr undeutlich.

In der Umgebung aller Kerne liegt Protoplasma angesammelt, welches sich durch seine intensivere Tinction kenntlich macht. Fast durchweg deutlich geht von dem so gebildeten Hof eine Strahlung aus. Vier der Kerne liegen unter kleinen, zwei unter tiefen Gruben.

Deutung. Zwei Furchungskerne. Neun Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 9.

Beim Schälen dieser Keimscheibe wurde die Dotterhaut nicht mit entfernt. Dieselbe liegt auf der Keimscheibe als eine dünne, sich mit Hämatoxylin intensiv, mit Boraxkarmin dagegen gar nicht tingirende Membran. Auf ihrer Aussenseite ist dieselbe von einer zur Berührung dicht aneinanderliegenden Menge von kurzen, doch mit keiner der beiden Farben sich tingirenden Stäbchen überkleidet. Diese Stäbchen scheinen nur mit der der Dotterhaut aufsitzenden Seite befestigt zu sein, während die andere Seite frei hinausragt und vielfach unregelmässig umgebogen ist. Ueber die Bedeutung dieser Stäbchen konnte ich mir keine klare Vorstellung bilden, da ich es leider versäumt habe, eine Keimscheibe aus dieser Zeit, ohne das Ei zu schälen, mit dem Rasirmesser abzutragen und dann dieselbe sammt der Schale zu schneiden. Ich neige jedoch der Ansicht zu, dass die Stäbchen nicht der Dotterhaut zugehören, sondern zur Schale zu rechnen sind, doch kann ich, wie gesagt, Sicheres darüber nicht angeben.

Die Dotterhaut geht in die Gruben nicht herab, sondern spannt sich in gerader Linie über dieselben weg. Ist die Grube oben trichterförmig erweitert, wie es meist der Fall ist, so bildet sich so zwischen Eihaut und Trichterwand ein im Schnitt dreieckiger Raum, welcher meist von einem sich mit Hämatoxylin intensiv tingirenden Gerinnsel ausgekleidet wird, wie es bei der Beschreibung von Keimscheibe T 3 geschildert wurde.

In dieser Keimscheibe fand ich im Ganzen 17 Kerne. Einer derselben lag in der Mitte der Keimscheibe ziemlich tief an der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter mitten über der dotterarmen Stelle. Dieser Kern ist in Fig. 50 abgebildet, er ist in Theilung begriffen und zwar offenbar im Stadium der Aequatorialplatte. Die achromatischen Fäden sind überaus dicht, deutliches zu erkennen ist nur mit stärksten Vergrößerungen möglich, dann aber zeigt sich die Figur gut erhalten, so dass sie vom Zeichner wohl erkannt wurde. Betrachtet man diese Figur mit schwacher Vergrößerung, so erhält man den Eindruck, als ob nicht eine Theilungsfigur, sondern zwei sich zur Berührung anliegende Kerne vorhanden wären. Eine durch die Mitte der beiden Kerne gezogene Axe würde senkrecht auf der Längsaxe der Theilungsfigur stehen. Auffallend ist weiter, dass die Centren, von denen die Strahlung ausgeht, sich nicht genau gegenübergestellt sind,

sondern beide einander nahe und unter den beiden aus Schleifen bestehenden Kernen zu liegen scheinen. Man könnte so daran denken, dass es sich um einen erst im Beginn begriffenen Theilungsvorgang handle.

Die übrigen 16 Kerne liegen in der Keimscheibe zerstreut, dreizehn davon unter Gruben, von denen einige sehr tief sind. Alle Kerne waren wohl gebildete rundliche Kerne, fast alle mit sehr deutlicher Strahlung. Einige lagen tiefer im Furchungsdotter, nahe dem grobkörnigen Dotter, einige jedoch fanden sich sehr nahe der Oberfläche, einer lag noch in der oberflächlichen Plasmaschichte, aber auch an dieser, namentlich auf der Seite gegen das Ei zu, machte sich eine deutliche strahlige Anordnung des Protoplasmas bemerklich. Das Kerngerüst dieses Kernes zeigte mehr Ähnlichkeit mit der in Figur 41 u. 42 als mit dem in Figur 43 abgebildeten, welche letzterem die übrigen 15 Kerne mehr ähnelten.

Das Flächenbild dieser Keimscheibe ist in Fig. 49 wiedergegeben. Der Zahl nach würden die beobachteten dunkeln Punkte mit den unter Gruben liegenden Kernen übereinstimmen. Doch besitze ich keine Reconstructionsfigur, um zu prüfen, ob dies auch der Lage nach der Fall ist.

Deutung. Erster Furchungskern in Theilung. 16 Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 10.

Von dieser Keimscheibe ist während der Vorbehandlung für das Schneiden ein Stück verloren gegangen. Doch ist dasselbe so klein, dass trotzdem die Resultate, auch nach den Befunden bei allen übrigen Keimscheiben zu schliessen, dadurch nur wenig geändert sein dürften.

Es fanden sich im Ganzen 33 Kerne (die zweithöchste Ziffer). Zwei dieser Kerne lassen sich von den übrigen nach Lage und Aussehen unterscheiden. Beide sind unscheinbare, wenig Deutliches erkennen lassende Chromatinhäufchen. Jedes derselben liegt in einem Hof, beide nahe beisammen in der Mitte der Keimscheibe, ziemlich tief im Dotter, nahe der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter.

Von den übrigen 31 Kernen sind 28 wohlausgebildete rundliche Kerne, die übrigen 3 sind kleiner (nur vom halben

Durchmesser) und intensiver gefärbt als die übrigen. Alle zeigen in ihrer Umgebung einen deutlichen protoplasmatischen Hof mit Strahlung.

In dieser Keimscheibe war es besonders häufig, dass der Hof nicht aus gleichmässigem Protoplasma bestand, vielmehr zeigte er häufig ein aus Fäden bestehendes Gerüst, das sich erst in einiger Entfernung, etwa entsprechend dem Rande des Hofes, wieder verdichtete. Von diesem verdichteten Rande, der intensiver gefärbt ist, geht in diesem Falle die Strahlung aus.

Neben der hohen Zahl von Kernen ist bei dieser Keimscheibe besonders auffallend, dass nur äusserst wenige Gruben vorhanden sind. Ich konnte nur über drei Kernen Gruben auffinden und auch diese sind nicht besonders tief. Ueber alle übrigen verläuft die Oberfläche der Keimscheibe glatt hinweg.

Deutung. Zwei Furchungskerne, 31 Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 11.

Im Ganzen konnten 11 Kerne aufgefunden werden. Zwei derselben unterscheiden sich von den übrigen. Die beiden liegen in der Mitte der Keimscheibe, tief im Furchungsdotter, nahe dem grobkörnigen Dotter.

Die beiden Kerne sind klein und liegen nahe beisammen. Sie sind ähnlich den bei T 4 beschriebenen und in Figur 44 abgebildeten.

Die übrigen 9 Kerne liegen zerstreut in der Keimscheibe, 5 davon unter einer seichten Delle und 3 unter einer Grube. Alle haben einen protoplasmatischen Hof mit deutlicher Strahlung.

Deutung. Zwei Furchungskerne, neun Nebenspermakerne.

Keimscheibe T 12.

Von den 16 Kernen dieser Keimscheibe unterscheidet sich einer nach Lage und Gestalt von den übrigen. Er liegt ziemlich in der Mitte der Keimscheibe, über der dotterarmen Stelle. Er ist bedeutend kleiner als einer der übrigen und macht seinem Aussehen nach den Eindruck eines von den Kernen, welchen ich unten die Deutung „Furchungskerne“ gebe. Der Dotter zeigt unweit von ihm einen senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe stehenden Einriss. Doch konnte ich auf der anderen Seite des Einrisses nicht, wie ich erwartet hatte, einen zweiten ähnlichen

Kern auffinden. Man könnte daher immerhin daran denken, dass es sich hier um ein Stadium mit einem Furchungskern handle, ich halte diese Möglichkeit aufrecht. Da ich jedoch keinerlei weitere Anhaltspunkte habe, ob es bei Reptilien nach der Conjugation überhaupt zur Ausbildung eines einzigen ruhenden Kernes kommt und nicht vielmehr mit der Verschmelzung des männlichen und weiblichen Vorkerns sofort eine Theilung Hand in Hand geht, so halte ich mit einer solchen Deutung meines unsicheren Befundes zurück. Mehr Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein zweiter dem beschriebenen ähnlicher Kern auch hier vorhanden ist und in Folge ungünstiger Lage (vielleicht durch Dotter verdeckt) noch nicht aufgefunden werden konnte. Ich neige dazu umso mehr, da ich auch an anderen Keimscheiben erfuhr, mit welchen Schwierigkeiten die Auffindung gerade dieser kleinen Furchungskerne in den grossen Keimscheiben verknüpft ist.

Die übrigen 15 Kerne haben alle deutliche Strahlung, liegen zerstreut in der Keimscheibe und zeigen die verschiedenen beschriebenen und abgebildeten Formen. Alle sind wohlgebildet bis auf zwei, welche sehr klein, rundlich und intensiv tingirt sind und in einem helleren Hofe liegen. Acht der Kerne liegen unter seichten Dellen, fünf unter Gruben.

Deutung. Zwei Furchungskerne? 15 Nebenspermakerne.

Materialbesprechung.

Ich beabsichtige im Folgenden das Material, welches ich im Vorhergehenden beschrieben habe, zu besprechen, indem ich besonders auf die Deutung, welche ich meinen Befunden geben zu müssen glaube, Rücksicht nehme. Ich werde weniger zusammenfassend vorgehen können, vielmehr fast durchweg Keimscheibe um Keimscheibe besprechen müssen. Ich würde es weit vorziehen, wenn ich eine übersichtliche und fortlaufende Beschreibung des Befruchtungsvorganges bei Reptilien geben könnte. Doch bedingt das wenige Material, über welches ich verfüge, den ersteren Weg. Was ich von den Einzelbeobachtungen aneinanderreihen zu können glaube, habe ich am Schlusse zusammengestellt. Doch bespreche ich das Material schon in der Reihenfolge, welche, wie ich vermuthe, den sich nacheinander

abspielenden Vorgängen der Befruchtung entspricht. Der Uebersichtlichkeit halber habe ich meine Keimscheiben hier in tabellarischer Form zusammengestellt, indem ich die hauptsächlichsten Befunde nach den Deutungen, welche ich denselben gebe, einzeichnete. Aufgezählt wurden weibliche Vorkerne, Spermakerne, Conjugation und Furchungskerne.

Tabelle über die Keimscheiben von *Anguis fragilis*.

Nr. in der Materialbeschreibung	Nr. in meinem Katalog	Weiblicher Vorkern	Spermakern	Conjugation. Furchungskern.
A I 1	B 90	1	1	
A I 2	B 89	1	1	
A II 1	B 114	1	2	
A I 3	B 93			Conjugation.
A I 4	B 101			"
A II 2	B 115			"
A II 3	B 109		1	"
A II 4	B 108		1	2 Conjugationen.
A II 5	B 102		2	Conjugation.
A II 6	B 116		2	"
A II 7	B 120		2	"
A II 8	B 103		3	"
A II 9	B 104		3	"
A II 10	B 105		3	"
A III 1	B 27		3	"
A II 11	B 110		5	"
A II 12	B 119			Theilung des 1. Furchungskernes.
A I 5	B 91		3	2 Furchungskerne.

In diese Tabelle wurde Keimscheibe A III 2 (Deutung: 3 Spermakerne) nicht eingereiht, da ich in derselben weder einen weiblichen Kern, noch Conjugation, noch Furchungskerne auffand; ebenso blieben die Keimscheiben A I 6 und A III 3 weg, da ich in denselben überhaupt keine Kerne auffand.

Tabelle über die Keimscheiben von *Tropidonotus natrix*.

	Furchungs- kerne	Nebensperma- kerne
T 1	2	14
" 2	2 ?	37
" 3		24
" 4	2	14
" 5	2	10
" 6	2	14
" 7	2	16
" 8	2	9
" 9	1	10
" 10	2	31
" 11	2	9
" 12	2 ?	15

Die Keimscheiben sind nach derselben Reihenfolge geordnet, wie in der Materialbeschreibung.

Ich habe die Betrachtung der Keimscheiben in verschiedene Capitel getheilt und lasse diese jetzt folgen.

1. Männlicher und weiblicher Vorkern.

Ich habe einige Bemerkungen betreffend die von mir gebrauchte Nomenklatur vorausszuschicken. Ich werde im Folgenden Spermakern einen Kern nennen, dessen Entstehen im Ei dadurch bedingt ist, dass ein Spermatozoon zu dem Ei in Beziehung tritt. Es bleibt hiefür gleichgültig, ob Theile des Spermatozoons in das Ei hereinkommen oder nicht und im ersteren Falle, welche das sind. Einen Spermakern, welcher mit dem weiblichen Vorkern (den letzteren Ausdruck gebrauche ich im Sinne der Autoren) die Conjugation eingeht, bezeichne ich als Hauptspermakern oder männlichen Vorkern. Finden sich in einem Ei, in welchem der Hauptspermakern aufgefunden ist, weitere Spermakerne, so nenne ich dieselben Nebenspermakerne.

Ich fasse zunächst die Keimscheibe A I 1 ins Auge, weil ich dieselbe für die jüngste der von mir untersuchten Keimscheiben halte. In derselben fand ich zwei Kerne, welche sich

von einander wesentlich unterscheiden. Den einen dieser Kerne (Fig. 4) halte ich für einen Spermakern und zwar aus folgendem Grunde. Es ist ein rundlicher Kern mit in Ruhe befindlichem Kerngerüst. Er besitzt einen protoplasmatischen Hof mit deutlicher Strahlung. Er liegt weit entfernt von der Stelle, an welcher sich früher das Keimbläschen befand. Den anderen der beiden Kerne (Fig. 3) halte ich für den weiblichen Vorkern aus folgenden Ursachen. Er liegt ziemlich in der Mitte der Keimscheibe, etwa an der Stelle, an welcher früher das Keimbläschen lag. Sein Kerngerüst befindet sich nicht in Ruhe, sondern zeigt Knäuelform. Der Kern besitzt weder Hof, noch Strahlung. Man kann nun annehmen, dass die Verhältnisse in der frühesten Entwicklung des Reptilieneies ganz andere seien, als in allen Wirbelthiereiern; dann verfolge man meine Schilderung weiter und man wird finden, dass doch manche Punkte hier und dort eine Aehnlichkeit zeigen. Hat man aber die Ansicht, dass bei Reptilien hierin ähnliche Verhältnisse wie bei anderen Wirbelthieren bestehen, so kann, wie ich glaube, darüber kein Zweifel sein, dass man es hier mit einem frühen Befruchtungsstadium zu thun hat. Alle anderen Annahmen lassen sich ausschliessen. Dass die beiden Kerne die beiden ersten Furchungskerne sein könnten, dagegen spricht ihre Verschiedenheit in der Form und Lage. Sind es aber keine Furchungskerne, so können es nach dem bisher Bekannten nur ein Spermakern und der weibliche Vorkern sein, da für Keimscheiben, welche nur zwei Kerne enthalten, nur die genannten Deutungen möglich sind. Es entsteht nun die Frage, ob meine Deutung, dass Figur 4 ein Spermakern und Figur 3 der weibliche Vorkern ist, sich halten lässt. Von Seiten des Spermakerns fällt da der Umstand, dass er eine Strahlung besitzt, schwer in die Wagschale. Beweisender noch (da ja die Strahlung nicht mehr ganz unbestrittenes Eigenthum der Spermakerne der Wirbelthiere ist, sondern z. B. nach Blanc (19) auch dem weiblichen Vorkern bei der Forelle zukommen soll) scheint mir der Umstand, dass sich der Kern, welchen ich für den weiblichen Vorkern halte, in Theilung befindet. Es ist nun noch die Frage zu beantworten, in welchem Befruchtungsstadium sich der weibliche Vorkern befindet. Der Umstand, dass er sich in Theilung befindet, weist bei Vergleich mit den bei anderen Wirbelthieren beobachteten Verhältnissen darauf hin,

dass es sich um die Bildung eines Richtungskörperchens handeln könnte. Es scheint mir diese Annahme viel Wahrscheinlichkeit zu besitzen. Es wäre zu entscheiden, ob die Bildung der Richtungskörperchen schon erfolgt ist und ob nur des ersten oder auch schon des zweiten, oder ob sich dieselbe erst einleitet. Ich glaube, dass die Abschnürung der Richtungskörperchen schon erfolgt ist, weil die zur Ruhe zurückkehrende Theilungsfigur schon eine ziemliche Strecke von der Oberfläche abgerückt ist. Auf der freien Oberfläche der Keimscheibe konnte ich Reste eines ausgestossenen Richtungskörperchens nicht auffinden. Die Deutung, dass der Kern nicht schon längere Zeit in derselben Lage befand, in welcher er fixirt wurde, sondern von der Oberfläche erst abgerückt ist und in die Tiefe zu liegen kam, macht mir folgender Umstand wahrscheinlich. Der Kern liegt nicht ganz frei in der Keimscheibe, vielmehr steht er mit der Oberfläche der Keimscheibe durch einen Zug differenciirten Protoplasmas, das sich gegen die Umgebung in Form zweier Linien absetzt (Fig. 3 st) in Verbindung. Diese „Strasse“ lässt sich auch in dem nebenan liegenden, nicht abgebildeten Schnitt deutlich erkennen. Es wäre nun wohl denkbar, dass der Kern noch in einer Beziehung zur Oberfläche der Keimscheibe stände oder dass wenigstens noch der Weg, auf welchem derselbe von der Oberfläche abrückte, in der Strasse sich kenntlich erhalten hätte. Ob es sich um Bildung des ersten oder zweiten Richtungskörperchens (welche beide ja bei Reptilien überhaupt noch nicht bekannt sind) handelte, kann ich nicht bestimmt entscheiden. Doch sollte man bei der Anwesenheit des Spermakerns (unter Vergleich der bei anderen Wirbelthieren bestehenden Verhältnisse) annehmen dürfen, dass eben das zweite (wenn überhaupt zwei gebildet werden) sich abgelöst habe. Der Umstand, dass die Theilungsfigur in Beziehung zur Oberfläche steht, schliesst auch eine weitere Deutung, welche meinem Befunde gegeben werden könnte, aus. Man könnte nämlich immerhin einwenden, dass die Theilungsfigur auch dem ersten Furchungskerne angehören könnte. Gegen letzteres spricht ferner noch, dass die Bildung und Theilung des ersten Furchungskernes an einer viel tiefer gelegenen Stelle in der Keimscheibe stattfindet, wie ich später darthun werde.

Der Befund, welchen Keimscheibe A 12 bietet, kann dem eben beschriebenen direct an die Seite gestellt werden. Ich stehe

daher auch nicht an, demselben die gleiche Deutung zu geben. Der Spermakern ist nach seinem Aussehen ganz ähnlich dem der Keimscheibe A I 1. Doch unterscheidet er sich nach seiner Lage von demselben. Er liegt nämlich einmal näher dem weiblichen Vorkern (Figur 5 mit Figur 2 zu vergleichen). Dann liegt er auch tiefer im Dotter. Der weibliche Vorkern dieser Keimscheibe unterscheidet sich in besonderem Maasse von dem der letztbeschriebenen. Er besitzt ein in Ruhe befindliches Kerngerüst, das sich aus grossen Kugeln zusammensetzen scheint. Diese Kugeln sind jedoch innig mit einander verschmolzen und lassen eine Gliederung von einander nicht zu. Neben seinem Bau und dem Umstande, dass er weder Hof noch Strahlung besitzt, unterscheidet sich der weibliche Vorkern dieser Keimscheibe von den Spermakernen durch seine Grösse. Im optischen Querschnitt erscheint er etwa doppelt so gross als ein Spermakern. Der Kern liegt tief im Furchungsdotter an der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter; etwa in derselben Höhe liegt auch der in dieser Keimscheibe aufgefundenene Spermakern. Noch habe ich anzufügen, dass in Keimscheibe A I 1 das Chromatingerüst des (in Theilung begriffenen) weiblichen Vorkerns sich intensiv mit Boraxkarmin färbte. Bei dem weiblichen Vorkern der Keimscheibe A I 2 war dies nicht der Fall, derselbe färbte sich mit Boraxkarmin gar nicht, und mit Hämatoxylin nur sehr wenig. Die Tinctionsfähigkeit der Spermakerne mit Boraxkarmin und Hämatoxylin in beiden Keimscheiben ist zwar keine besonders starke, aber eine ausgesprochen deutliche.

Keimscheibe A I 1 halte ich für ein bedeutend jüngeres Befruchtungsstadium als A I 2, aus folgenden Gründen. Einmal liegen die beiden Kerne bei A I 1 weiter von einander entfernt als bei A I 2. Dies ist jedoch nicht beweisend. Es könnte ja im einen Fall das Spermatozoon näher der Stelle, an der der weibliche Vorkern liegt, eingedrungen sein, als im anderen. Bei Keimscheibe A I 1 liegt ferner der Spermakern im Furchungsdotter nahe der Oberfläche der Keimscheibe, während er in Keimscheibe A I 2 schon tiefer unten, d. h. in der Schicht, in welche inzwischen auch der weibliche Vorkern hinabgerückt ist, sich findet. Maassgebend ist aber das Verhalten des weiblichen Vorkerns. In Keimscheibe A I 1 ist derselbe noch in Theilung begriffen, in Keimscheibe A I 2 befindet er sich in Ruhe.

Würden nur diese beiden Keimscheiben zur Beobachtung gekommen sein, so bestände nach dem von anderen Wirbelthieren Bekannten kein Hinderniss, die aufgefundenen Spermakerne als männliche Vorkerne zu deuten. Dies konnte jedoch nicht geschehen, da in einer weiteren Keimscheibe A II 1, deren Beschreibung folgt, zwei Spermakerne aufgefunden wurden.

Diese Keimscheibe A II 1 ergab denselben Befund wie Keimscheibe A I 2, nur mit dem Unterschied, dass Spermakern und weiblicher Vorkern noch etwas mehr von einander entfernt sind. Nebenbei findet sich aber noch etwas, was, wenn meine Deutung richtig ist, von besonderer Wichtigkeit zu sein scheint. Ich konnte nämlich ziemlich weit abliegend von der Mitte der Keimscheibe und damit von den beiden beschriebenen Kernen noch einen weiteren Kern auffinden. Derselbe sieht dem beschriebenen Spermakern in dieser Keimscheibe, wie den in Keimscheibe A I 1 und A I 2 beschriebenen Spermakernen, durchaus ähnlich. Es legt dies den Gedanken nahe, dass dieser Kern auch ähnlichen Ursachen seine Entstehung verdanke und ein Kern von gleicher Art sei, wie die bisher beschriebenen Spermakerne. Es wäre dann nothwendig anzunehmen, dass mehrere Spermatozoen in das Ei eintreten oder wenigstens zu demselben eine Beziehung eingehen. Ich werde über diese Frage in einem besonderen Capitel handeln, hebe jedoch hier schon hervor, dass ich die Ueberzeugung gewann, dass auch bei Reptilien sich ein Spermakern aus einem Spermatozoonkopfe bildet. Hier sei noch erwähnt, dass ich die Entstehung dieses zweiten Spermakerns auf irgend eine andere Weise, z. B. durch Theilung aus dem ersten mit Sicherheit ausschliessen zu können glaube. Dafür spricht neben der verschiedenen Lage der Kerne (weite Entfernung) noch der Umstand, dass ich während und vor der Conjugation in Reptilienkeimscheiben niemals etwas sah, was als eine Theilung eines Spermakernes aufgefasst werden könnte. Man könnte nun zunächst daran denken, dass es sich hier um pathologische Polyspermie handle. Verfolgt man meine Schilderung weiter, so ergibt sich, wie ich glaube, dringender Anlass, diese Vorstellung fallen zu lassen und vielmehr den Gedanken aufzunehmen, die Polyspermie sei bei Befruchtung der Reptilien etwas regelmässig physiologisches. Ich gehe jedoch nicht soweit, zu behaupten, dass die Bildung mehrerer Spermakerne in

der Regel schon vor der Conjugation des männlichen und weiblichen Vorkerns erfolge. Ich könnte dies nicht beweisen, weil ich es unter drei Fällen nur in einem und ausserdem nur bei einer Art, nämlich *Anguis fragilis*, beobachtet habe. Doch rechtfertigt, wie ich glaube, dieser Befund die Zurückhaltung, welche mich veranlasste, keinem der bisher beschriebenen Spermakerne den Namen Hauptspermakern oder männlicher Vorkern beizulegen. Es ist ja bei diesem Befund zweifelhaft, ob immer gerade der Spermakern, welcher sich zuerst in einem Ei bei der Befruchtung bildet, der männliche Vorkern ist. Es ist vielmehr die Ansicht nicht von der Hand zu weisen, dass, nachdem schon ein Spermakern gebildet ist, ein später eindringendes Spermatozoon erst den Hauptspermakern liefert.

2. Conjugation. Furchungskern. Zwei Furchungskerne.

Ich verfolge in diesem Capitel nur das, was ich in den Keimscheiben über die Vereinigung des männlichen und weiblichen Vorkerns und das Schicksal des ersten Furchungskernes sehen und erschliessen konnte. Von den übrigen Vorgängen in den Keimscheiben sehe ich zunächst ganz ab. In den im vorigen Capitel beschriebenen Keimscheiben lagen die aufgefundenen Spermakerne in verschiedener Entfernung vom weiblichen Vorkern. Jetzt hat sich einer derselben dem weiblichen Vorkern bis zur Berührung genähert und charakterisirt sich dadurch als Hauptspermakern oder männlicher Vorkern. Ich rechne als hierher gehörig die Keimscheiben A I 3, 4, A II 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, A III 1. Die grosse Anzahl von Bildern, welche ich bei Beschreibung dieser Keimscheiben erwähnt habe, zeigen alle das gemeinschaftlich, dass zwei deutlich von einander abgrenzbare Kerne sich berühren und sich mehr oder weniger dicht aneinander gelegt haben. Ich halte es zur Zeit noch nicht für möglich, die sämmtlichen Keimscheiben nach den kleinen Unterschieden, welche sie zeigen, aneinanderzureihen und zu sagen, diese sind die jüngsten, und jene die ältesten. Auf einige der Hauptmomente, welche mir für eine solche Beurtheilung in Betracht zu kommen scheinen, mache ich im Folgenden aufmerksam. In einem Theil der genannten Keimscheiben lassen sich die beiden Kerne deutlich von einander unterscheiden und zwar

besonders durch verschiedene Grösse und verschiedenes Tinctionsvermögen. In einer Reihe von Keimscheiben fand ich den einen der beiden Kerne fast doppelt so gross als den andern. Der kleinere der beiden Kerne färbte sich mit Boraxkarmin und Hämatoxylin, während der grössere sich nur leicht mit Hämatoxylin tingirte. Ich halte den grösseren für den weiblichen Vorkern und den kleineren für den männlichen. Ich begründe meine Ansicht damit, dass männlicher und weiblicher Vorkern, als beide noch getrennt waren und durch die beim Spermakern befindliche Strahlung die Differentialdiagnose leicht zu stellen war, eben auch dieselben Grössen und Tinctionsunterschiede zeigten. Es kommt noch dazu, dass auch hier der Kern, welchen ich für den männlichen halte, in innigerer Verbindung mit dem umgebenden Protoplasma und Hof zu stehen scheint, als der andere. Ich habe dem entsprechend in Fig. 7 und in Fig. 15 Kern m als männlichen und Kern w als weiblichen Vorkern bezeichnet. Aus demselben Grund, nämlich wegen der Aehnlichkeit der Kerne mit den Bildern aus Keimscheiben vor der Conjugation, möchte ich die Keimscheiben, in welchen sich beide Kerne leicht von einander unterscheiden lassen, auch für jünger halten, als die Keimscheiben, in welchen der Unterschied zwischen den beiden in Conjugation begriffenen Kernen nurmehr sehr undeutlich geworden ist. Die beiden Kerne sind einander sowohl an Form und Grösse, wie in ihrem Verhalten zu Farbstoffen ähnlicher geworden. Zugleich wurde der Contact der beiden Kerne ein innigerer, während sich die beiden Kerne in Serie A I 3, Fig. 7 nur eben berühren, ist die Contactfläche in Serie A II 3, Fig. 13 eine breite. Ueber die Lage der beiden Kerne zu einander und zur Oberfläche des Eies konnte ich gesetzmässig Erscheinendes nicht auffinden. Ich kann daher auch nicht sagen, ob die Lage während der Conjugation wechselt. In 4 Fällen lag der männliche Vorkern oben, in 9 Fällen der weibliche. Bei Mutterthier A II lag der weibliche Vorkern in der Regel oben. In 4 Fällen verlief eine durch die Mittelpunkte der beiden Kerne gezogene Axe gar nicht senkrecht auf die Oberfläche des Eies, sondern unter einem spitzen Winkel. Annähernd parallel zur Eioberfläche verlief die Axe der beiden Kerne in keinem Falle. Ich achtete auch darauf, ob sich in der Umgebung der in Conjugation begriffenen Kerne ein Hof mit Strahlung beobachten liesse. Es war dies

stets mehr oder weniger deutlich der Fall. War ein Hof mit Strahlung deutlich erkennbar, so konnte ich zwei Arten des Verhaltens unterscheiden. Im einen Falle umfasste der Hof mit Strahlung besonders den männlichen Vorkern, im anderen Falle umgriff er beide in Conjugation begriffene Kerne. Ich möchte die Keimscheiben, welche das letztere zeigten, für das ältere Stadium halten. Die Strahlung war, wenn auch stets deutlich erkennbar, doch nicht mehr so ins Auge springend, wie bei einzelnen Spermakernen.

Ich habe noch ein anderes Verhalten der Umgebung der in Conjugation befindlichen Kerne zu besprechen. In einigen Fällen, hierher gehört vor allem Keimscheibe A I 3, Figur 7, schliesst das Protoplasma gar nicht allseitig an die beiden Kerne an, vielmehr findet sich in der Umgebung der beiden Kerne eine Höhle. Die Höhle umfasst in erster Linie den weiblichen Vorkern, doch kann, wie in eben dieser Serie, auch der männliche zum Theil noch in der Höhle oder wenigstens am Rande derselben liegen. Eine Andeutung der Höhle zeigt sich auch schon vor der Conjugation in Serie A I 2, Fig. 5 v in der Nähe des weiblichen Vorkerns. Ich bin weit entfernt, die Höhle als einen im lebenden Ei bestehenden, etwa nur von Flüssigkeit erfüllten Raum anzusehen. Ich denke vielmehr an zwei Möglichkeiten. Einmal kann die Höhle im Leben gar nicht dagewesen und erst unter Einwirkung der Fixierungsmittel entstanden sein. In diesem Falle kann dies bedingt sein entweder durch Schrumpfung der Kerne oder durch Schrumpfung und Retraction der Umgebung (vielleicht unter Bildung einer den Raum der Höhle ausfüllenden Flüssigkeit). Möge nun das eine oder das andere der Fall sein, so muss der Zusammenhang zwischen den Kernen (es kommt hier in erster Linie der weibliche Vorkern in Betracht) und dem umgebenden Protoplasma nur ein sehr lockerer gewesen sein. Bei der Grösse, welche die Höhle in Fig. 7 und 8 erreicht, möchte ich die Ursache ihres Entstehens nur zum kleineren Theil in dem Schrumpfen der Kerne und zum grösseren Theil im Schrumpfen des umgebenden Protoplasmas suchen. Eine zweite Möglichkeit, die mir aber als die weniger wahrscheinliche erscheint, wäre die, dass die Höhle im Leben bestände und von einem sehr wenig feste Bestandtheile enthaltenden Theil des den Furchungsdotter durchziehenden Protoplasmas erfüllt wäre. Die

feinen Fädchen, welche man in Fig. 8 zwischen Kern und Wand der Höhle sieht, würden dann die bei der Fixation bleibenden Reste dieses Plasmas darstellen.

Ich habe noch den merkwürdigen Umstand zu besprechen, dass ich in einer Keimscheibe A II 4 zwei mal zwei in Conjugation befindliche Kerne auffand. Ich glaube, dass dieser Befund nur eine Deutung zulässt. Da je einer der Kerne sich als ein Spermakern charakterisirt, und jeder der beiden andern das Aussehen eines in den anderen Keimscheiben beschriebenen weiblichen Vorkerns hat, so muss wohl an eine Zwillingconjugation in diesem Ei gedacht werden. Auf die Bedeutung dieses Vorkommens und welche Weiterentwicklung eines solchen Eies zu erwarten wäre, will ich nicht näher eingehen. Ich habe bisher bei Embryonen von *Anguis fragilis* Doppelmisbildungen noch nicht beobachtet. Doch kann dies darin seine Ursache haben, dass ich bisher nur wenig Material, wenn es hoch kommt, vielleicht tausend Embryonen und Keimscheiben, darauf untersucht habe. Wohl ist es aber möglich, dass solche Bildungen in frühen Stadien häufiger sind. Es berichtet ja auch Sarasin (10) von einem fast reifen Ovarialei von *Lacerta agilis* mit zwei Keimbläschen, in welchem das eine, wie in meinem Falle das eine der beiden Kernpaare, excentrisch lag.

An die beschriebenen Keimscheiben reihen sich zwei Keimscheiben an, je eine von der Ringelnatter T 9 und von der Blindschleiche A II 12. Ich bespreche zunächst die von der Blindschleiche (Fig. 16 u. 17). Hier hat sich schon die Theilung des ersten Furchungskerns eingeleitet. Es ist ein ziemlich grosser Sprung zwischen dieser Keimscheibe und den im Vorhergehenden beschriebenen. Die chromatischen Elemente sind als Schleifen wohl zu erkennen und in Sternform angeordnet. Achromatische Fäden vereinigen sich von den Schleifen ausgehend in den beiden auf entgegengesetzten Seiten der Figur liegenden Polen. Ich kann also für die Blindschleiche weder darüber Auskunft geben, wie die Schleifen aus dem Chromatin des männlichen und weiblichen Vorkernes sich bilden, noch wie das Auftreten und die Gegenüberstellung der Centren sich vollzieht.

Ich habe noch die Frage zu erörtern, mit welcher Berechtigung ich denn diese Theilungsfigur als die des ersten Furchungskernes auffasse. Ich habe zuerst die Blindschleichenkeimscheibe

in's Auge gefasst, weil mir hier die Beweisführung eine leichtere erscheint. In dieser Keimscheibe konnte ich ausser der beschriebenen Theilungsfigur einen weiteren Kern nicht auffinden. Wenn man auf das, was von anderen Wirbelthieren bekannt ist, Bezug nimmt, so kann es sich hierbei nur handeln entweder um ein Ei, in welchem der Eikern, sich theilend, ein Richtungskörperchen bildet oder um ein Theilungsstadium des ersten Furchungskernes. Die erste Auffassung glaube ich mit Sicherheit ausschliessen zu können aus folgenden Gründen. Einmal liegt die Theilungsfigur fern ab von der Oberfläche der Keimscheibe und dann steht die Axe der Theilungsfigur fast parallel zu dieser Oberfläche. Es gibt dieser Befund auch eine Bestätigung für meine oben für die Keimscheibe A I 1 gegebene Deutung, bei der ich den Befund mit der Bildung eines Richtungskörperchens in Beziehung setzen zu müssen glaubte. Ein Vergleich der Figur 3 aus Keimscheibe A I 1 und Figur 16 und 17 aus Keimscheibe A II 12 wird die Richtigkeit meiner Deutung wohl ausser Frage stellen. Dieselbe Deutung (Theilung des ersten Furchungskernes) gebe ich auch der Keimscheibe T 9 von der Ringelnatter. Die Beweisführung ist hier eine schwierigere. Es findet sich in der Mitte dieser Keimscheibe auch eine Theilungsfigur, ausser derselben konnte ich aber noch zehn weitere Kerne in derselben Keimscheibe beobachten. Ich halte die letzteren jedoch alle für Nebenspermakerne. Was mich bestimmt, diese 10 weiteren Kerne als Nebenspermakerne anzusprechen, darauf werde ich erst im folgenden Kapitel eingehen. Ist aber diese Annahme richtig, so bleibt auch hier die Beweisführung dieselbe wie bei der eben besprochenen Blindschleichenkeimscheibe. Die Theilungsfigur halte ich für Theilung des ersten Furchungskernes, weil sie über der Mitte der dotterarmen Stelle der Keimscheibe, und zwar tief unten im Furchungsdotter liegt. Ferner spricht dafür, dass dies die einzige Theilungsfigur in der Keimscheibe ist, während alle anderen Kerne sich in Ruhe befinden. Dass die Theilungsfigur einem Nebenspermakerne angehöre, schliesst sich wohl auch dadurch aus, dass dann etwas anderes hätte gefunden werden müssen, was als ein Abkömmling des Eikerns sich erkennen liesse. Dagegen gebe ich gerne zu, dass es namentlich im Anfang ziemliche Schwierigkeiten macht, beide, die Spindel des ersten Furchungskernes von der Spindel eines Nebenspermakernes zu

unterscheiden. Es scheint mir ein für die Erkenntniss besonders günstiger Umstand, dass bei *Tropidonotus natrix* in allen von mir beobachteten 12 Keimscheiben desselben Mutterthieres die Theilung des ersten Furchungskernes der Zeit nach der Theilung der Nebenspermakerne (auf welche ich später zu sprechen kommen werde) voraus ist. Unterstützt wird meine Deutung noch durch den Umstand, dass ich auch in der Blindschleichenkeimscheibe A II 12 ein ähnliches Stadium auffinden konnte, bei welchem die Deutung eine gesicherte zu sein scheint. Endlich spricht noch dafür der Umstand, dass in den anderen Keimscheiben derselben Ringelnatter (die doch im Alter keine zu grossen Differenzen erwarten lassen dürfen) in der That dem Alter nach nahestehende Stadien aufgefunden wurden. In allen diesen Keimscheiben finden sich stets an derselben Stelle im Centrum verschiedene den anderen Theilungsvorgängen in der Keimscheibe vorausseilende Theilungsphasen, welche schliesslich zur Bildung zweier Kerne führen, welche nichts anderes sein können, als die beiden ersten Furchungskerne.

Ausser dem Umstande, dass sich in der Blindschleichenkeimscheibe, über welche ich eben handelte, keine Nebenspermakerne finden, in der Ringelnatterscheibe dagegen solche da sind, unterscheiden sich beide auch durch das Aussehen der Theilungsfigur.

Ich bespreche das, was die Theilungsfigur der Ringelnatterkeimscheibe besonders bietet, indem ich betreffend die Einzelheiten des Bildes auf die Materialbeschreibung p. 245—246 und auf Fig. 50 verweise. Zunächst ist auffallend die Anordnung der Schleifen. Obwohl schon eine ausgesprochene Lage der Schleifen zu beobachten ist, wie sie etwa der Theilungsphase entspricht, welche man als Aequatorialplatte zu bezeichnen pflegt, sind doch die Schleifen in zwei Gruppen getrennt, welche aber nicht wie bei der Bildung der Tochtersterne, an beide Enden der Axe der Theilungsfigur gerückt sind. Vielmehr liegen sie zu beiden Seiten dieser Axe. Eine sie verbindende Linie schneidet diese Axe unter einem rechten Winkel. Man könnte daran den Gedanken knüpfen, dass sich in dem männlichen und weiblichen Vorkern, ohne dass eine innigere Verbindung zu Stande käme, die Schleifenbildung einleiten würde. Selbstverständlich bin ich weit entfernt, aus diesem einzigen Befund, dessen Deutung ja noch eine wenig

sichere und eine sehr schwierige ist, derartige weittragende Schlüsse mit Bestimmtheit ziehen zu wollen. Eine Kernmembran, welche ich in den Conjugationsstadien, welche ich als jünger denn diese Keimscheibe beschrieben habe, als trennend zwischen dem Inhalt der aneinanderliegenden Kerne auffand, konnte ich in dieser Figur nicht erkennen. Weiter unterscheidet sich diese Theilungsfigur von der der Blindschleiche A II 12 (Fig. 16 u. 17) durch die Anordnung der achromatischen Substanz. Während bei der Blindschleiche die Punkte, von welchen die Fäden ausgehen, ziemlich entfernt von der chromatischen Figur liegen, befinden sie sich bei der Ringelnatter in nächster Nähe derselben. Es erhält dadurch die Figur ein (wenn ich so sagen darf) zusammengedrücktes Aussehen, sie erscheint viel breiter im Verhältniss zur Länge als die der Blindschleiche. Endlich erhielt ich noch den Eindruck, als ob die Centren, von welchen die Fäden ausgehen (irgend welche abgegrenzte Gebilde, Kügelchen etc. konnte ich in denselben nicht wahrnehmen), nicht ganz auf entgegengesetzter Seite der chromatischen Figur lägen, sondern beide noch nahe beisammen auf der einen Seite der Figur. Doch ist dies bei der Kleinheit des Objekts und bei der hiefür ungünstigen Schnittrichtung (vgl. Figur 50) nur schwer zu erkennen. Wäre meine Beobachtung richtig, so wüsste ich dieselbe kaum anders zu deuten, als dass man es hier mit einer in erster Entstehung begriffenen (wenigstens was die achromatischen Fäden anlangt) Theilungsfigur zu thun hätte.

Fasse ich meine Muthmaassungen, welche ich mit grösstmöglicher Reserve hinstelle, da ich als begründend nur die beiden Theilungsfiguren vorlegen kann, zusammen, so sind sie folgende. In der Reptilienkeimscheibe kommt es, nachdem sich männlicher und weiblicher Vorkern zur Berührung genähert haben und der protoplasmatische Hof mit Strahlung, welcher zuerst nur den männlichen Vorkern umschliesst, beide umfasst hat, zu einer Veränderung im Innern der Kerne, ohne dass eine Verschmelzung beider Kerne erfolgt. Das Resultat dieser Veränderung ist die Bildung von chromatischen Schleifen, wann und ob eine Längstheilung der Schleifen erfolgt, kann ich nicht sagen. Während der Schleifenbildung kommt es zum Schwinden der Kernmembran beider Kerne. Die beiden Kerne vereinigen sich nun aber nicht zum Aufbau eines Kernes. Inzwischen ist eine

achromatische Figur deutlich geworden. Dieselbe besteht aus Fäden, welche mit den Schleifen in Verbindung stehen und sich in zwei Centren vereinigen. Die beiden Centren liegen anfangs nahe beisammen zur Seite der beiden aus Schleifen bestehenden Kerne, sie rücken dann auseinander und bilden so zwei Pole, auf welche zu sich die von dem inzwischen zur Sternform angeordneten Schleifencomplex ausgehenden achromatischen Fäden vereinigen. Wie weit meine Deutung richtig ist, werden weitere Untersuchungen lehren. Jedenfalls glaube ich als sicher annehmen zu dürfen, dass die Verschiedenheit der beiden betrachteten Theilungsfiguren nicht darauf beruht, dass dieselben einander zwar nahe verwandten, aber doch immerhin verschiedenen Thieren angehören, sondern dass die Figur der Ringelnatterkeimscheibe T 9 einer bedeutend jüngeren Theilungsphase angehört, als die der Blindschleichenkeimscheibe A II 12.

Wie der weitere Verlauf des Theilungsvorganges des ersten Furchungskernes vor sich geht, kann ich an einem etwas reicheren Material, nämlich an einer Reihe von Keimscheiben von *Tropidonotus natrix*, welche alle demselben Mutterthier entnommen sind, dem T 9 entstammt, verfolgen.

In dem folgenden Stadium, hierher gehören Keimscheibe T 1 Fig. 34 und T 6 Fig. 47, sind die Chromosomen schon vollständig getrennt und liegen in zwei Haufen fern ab von einander (Fig. 34). In derselben Figur zeigt das Chromatin noch deutliche Stäbchenform, dazwischen lässt sich eine Zwischensubstanz, welche sich wohl am Aufbau des Kernes theiligt, als etwas eben durch die Chromatinfäden abgegrenztes erkennen. Wie weit sich die chromatischen Elemente an dem Aufbau dieser Kugeln theiligen, konnte ich nicht unterscheiden; ich erhielt aus den verschiedenen Bildern, welche die Ringelnatterkeimscheiben darboten, den Eindruck, als ob die chromatischen Stäbchen, wenn sie zuletzt noch erkannt werden konnten, zwischen den Kügelchen dieselben umfassend liegen würden. Es wurden diejenigen Theilungsfiguren abgebildet, deren Längsaxe parallel zur Schnittebene fiel, was nur in der Minderzahl der Fälle war. Gleichzeitig mit der Theilung des Kernes ist die Theilung des Protoplasmahofes erfolgt. Jeder der beiden Chromosomenhaufen besitzt seinen eigenen Hof. Die Verbindung beider ist jedoch noch nicht gelöst. In dem Schnitt, welchem Fig. 34 entnommen

ist, kann man dies nicht deutlich sehen, weil die Verbindungsfäden zwischen beiden Höfen nicht genau in der Schnittebene verlaufen, deutlicher ist dies im nicht abgebildeten nächsten Schnitte. Wie lange sich diese Verbindungsfäden erhalten, zeigt auch die Figur 44, welche einer Keimscheibe (T 4) entnommen sind, die ich für älter halte. In dieser Keimscheibe ist die Bildung der beiden Furchungskerne vollständig oder nahezu vollendet. Ich glaube die letzte Einschränkung machen zu müssen, weil es sich, wie aus Fig. 44 ersichtlich ist, nicht um zwei einfache runde Kerne handelt. Vielmehr besteht der eine der beiden Kerne aus zwei Kugeln, welche dicht an einander gelagert sind, der andere lässt wenigstens auf der einen Seite eine Einkerbung erkennen. Vielleicht findet sich ein Verständniss für dieses Verhalten, wenn ich zum Vergleich die Keimscheibe A I 5 von *Anguis fragilis* beiziehe. Ich glaube, dass diese Keimscheibe sich etwa in demselben Stadium befindet, vielleicht etwas jünger ist, wie die eben besprochene der Ringelnatter. Den Befund stellt Fig. 9—11 (3 nebeneinander liegenden Schnitten entnommen) dar. Die beiden Kerne bestehen hier je aus 5—6 Kügelchen. Vergleicht man nun hiermit Fig. 34, so gewinnt man den Eindruck (es konnte dies in der Zeichnung nicht so deutlich wieder gegeben werden, als es im Präparat ist), dass auch dort eine Gliederung des Ganzen in einzelne Elemente gegeben sei, zu welchen die Chromosomen in Beziehung stehen. Man könnte sich vorstellen, doch spreche ich dies mit Vorbehalt als eine noch nicht bewiesene Vermuthung aus, dass bei der Umbildung der Chromosomen zunächst kein einheitliches Kerngerüst entstehe, sondern einzelne kuglige Elemente. Diese Elemente wären zu einem Ganzen nach Art eines polymorphen Kernes vereinigt. Ueber die Zahl dieser Elemente kann ich bei meinem spärlichen Material noch nichts Bestimmtes angeben.

Ich habe noch anzufügen, dass sich die übrigen oben vorgelegten Keimscheiben in diese Beschreibung als Bestätigung einreihen lassen, ohne jedoch zur Unterscheidung weiterer Phasen des Processes führen zu können.

In Keimscheibe T 3 konnte ich keinem der aufgefundenen Kerne die Deutung eines Furchungskernes geben.

Keimscheibe T 2 glaube ich für die älteste der Ringelnatterkeimscheiben ansehen zu sollen. Es fanden sich hier

zwei Kerne, welche ich als Furchungskerne deuten zu müssen glaube. Der eine bestand aus einer Anzahl kleiner, nur wenig gefärbter Kügelchen, die Zahl mag etwa 5—6 (4 deutlich) betragen (Fig. 36 a). Er ähnelt überaus dem in Fig. 9 und 11 von der Blindschleiche abgebildeten Furchungskerne. Der andere war schon in Theilung begriffen (Fig. 35). Nicht weit von ihm liegend fand ich noch eine Theilungsfigur Fig. 36 b. Ich verweise betreffend Aussehen der Figur auf die voranstehende Materialbeschreibung. Es bestimmt mich vor Allem die Lage, diese Kerne zum Theil als Furchungskerne anzusehen. Doch möchte ich die Theilungsfigur Fig. 36 b wegen ihrer Unregelmässigkeit, eher für eine erste Theilung eines Nebenspermakernes halten. Doch kann ich diese Deutung nicht bestimmt aufrecht erhalten, da die Figur nach Lage und Aussehen viel an Furchungskerne Erinnerndes hat. Es wären demnach, wenn meine Deutung eine richtige ist, hier zwei Furchungskerne vorhanden, von denen der eine noch in Ruhe, der andere schon wieder in Theilung sich befinden würde. Nach den Befunden, welche ich unten aus Furchungskernscheiben von *Anguis fragilis* beschreiben werde, stehen dem Umstande Bedenken gegenüber, dass die Theilungsvorgänge in den ersten Furchungskernen in so verschieden raschem Zeitmaass sich einleiten und ablaufen könnten. Ich habe daher gesucht, auch andere Deutungen zu prüfen (z. B. ein ruhender Furchungskern, alle Theilungsfiguren: Nebenspermakerne), doch schien sich mir keine andere aufrecht erhalten zu lassen. Immerhin möchte ich die Deutung, zwei Furchungskerne in dieser Keimscheibe, mit einem Fragezeichen versehen.

Zur Zeit, zu welcher die geschilderten Vorgänge sich abgespielt haben, bis zur Bildung zweier Furchungskerne, ist in der Keimscheibe von Ringelnatter und Blindschleiche die Bildung der ersten Furche noch nicht erfolgt. Es schliesst dies natürlich nicht aus, dass dieselbe noch zur Zeit des Bestehens der beiden Kerne erfolgen kann.

3. Die Nebenspermakerne.

Ich habe in dieser Arbeit schon mehrfach darauf hingewiesen, dass in der Keimscheibe von *Anguis fragilis* und *Tropidonotus natrix* während der Conjugation der beiden Vorkerne

und während der Theilung des ersten Furchungskernes sich noch weitere Kerne finden. Ich habe dieselben „Nebenspermakerne“ genannt, weil ich der Ansicht bin, dass ihr Vorhandensein durch Eindringen von weiteren Spermatozoenköpfen (ausser demjenigen, welcher den Hauptspermakern, den männlichen Vorkern liefert) in die Keimscheibe bedingt ist. Diese Ansicht werde ich im Folgenden zu beweisen versuchen. Zunächst gebe ich eine kurze Uebersicht über den Befund, wie er sich bei Vergleichung der oben geschilderten Keimscheiben entnehmen lässt. In den Keimscheiben der Blindschleiche finden sich zur Zeit der Conjugation der Vorkerne in 3 Fällen keiner, in 2 Fällen einer, in 3 Fällen zwei, in 4 Fällen 3 und in einem Fall 5 weitere Kerne. Zur Zeit, zu welcher die Theilung des ersten Furchungskernes schon erfolgt ist (A I 5), finden sich ausser den beiden Furchungskernen noch 3 weitere Kerne. Diese Kerne gleichen bei *Anguis fragilis* alle, bei *Tropidonotus natrix* der grössere Theil (die übrigen werde ich noch besprechen) den aus der Zeit vor der Conjugation beschriebenen Spermakernen. Sie besitzen alle einen Hof mit mehr oder weniger deutlicher Strahlung.

Zur Zeit, zu welcher männlicher und weiblicher Vorkern noch nicht in Contact stehen, fand ich bei *Anguis fragilis* in 2 Fällen keine weiteren Kerne oder kernähnlichen Gebilde in der Keimscheibe, in einem Falle einen. Bei *Tropidonotus natrix* fand ich in der Zeit vom Bestehen der Theilungsfigur des ersten Furchungskernes bis zur vollendeten Theilung in die beiden ersten Furchungskerne in 12 Fällen 203 Kerne, d. h. 9 und 10 Kerne je in 2 Fällen, 14 Kerne in 3 Fällen, 15, 16, 24, 31, 37 Kerne je in einem Fall.

Ich fand also bei *Tropidonotus natrix*, auch in der Serie, welche am wenigsten Kerne enthielt, stets mehr, meistens aber bedeutend mehr Kerne als bei *Anguis fragilis*. Doch habe ich hinzuzusetzen, dass ich bei *Tropidonotus natrix* die sich hier findenden (bei *Anguis fragilis* nicht beobachteten) kernähnlichen Gebilde mit eingerechnet habe.

Ich habe dies aus folgendem Grund gethan. Einige der kernähnlichen Gebilde unterscheiden sich nach Form und Tinctionsvermögen wohl bedeutend von den Kernen, z. B. Fig. 46 und 48. Andere aber, z. B. 38 und 41, sehen sowohl den Kernen wie den kernähnlichen Gebilden überaus ähnlich, sie scheinen Zwischen-

stufen zwischen beiden darzustellen. Stellt man alle diese Formen nach der Aehnlichkeit nebeneinander, so bilden sie eine Reihe. Ich glaube, dass Spermatozoonköpfe diese Reihe durchlaufen, und so aus kernähnlichen Gebilden zu Kernen werden. Ich halte meine Annahme deshalb für richtig, weil unter diesen Umständen die verschiedenen Bilder verständlich erscheinen würden. Hier ist es nothwendig noch hervorzuheben, dass die kernähnlichen Gebilde sehr an Spermatozoonköpfe erinnern. Einmal ist es bei manchen, z. B. Fig. 48, die Form, welche an Spermatozoonköpfe mahnt, dann die compacte Anhäufung von Chromatin in einem so kleinen Gebilde. Irgend welche Attribute, welche den Spermatozoen von *Tropidonotus natrx* weiter zukommen, habe ich nicht erkennen können. Weiter veränderte Formen würden dann z. B. die in Fig. 38 und 41 abgebildeten darstellen, und die Endform wären die ruhenden Kerne, wie sie Fig. 43 und Figur 45 zeigt.

Ich glaube, dass dieser Weg der Umwandlung, den ich nur bei Nebenspermakernen beobachten konnte, wohl derselbe sein wird, welchen auch der männliche Vorkern bei seiner Entstehung durchläuft und beschreibe ihn daher etwas näher bei der Ringematter.

Der eben in's Ei eingetretene Spermatozoonkopf lässt sich zu einer Zeit, zu welcher schon die erste Bildung des Hofes (welche ich unten beschreiben werde) begonnen hat, noch nach seiner Form als solcher erkennen. Das Chromatin, welches in dem Gebilde in kleinem Raume gehäuft ist, liegt zum grösseren Theil in der hinteren breiteren Hälfte. Das vordere Ende tingirt sich weniger stark. Eine scharf begrenzte Spitze ist nicht vorhanden, vielmehr konnte ich in einem Fall Figur 48 beobachten, dass das Ende zu dem sich bildenden Hof in Beziehung tritt. Bildern, wie Figur 46, kann man die Deutung unterlegen, dass es sich um ähnliche Gebilde wie in Figur 48 handle, nur dass dieselben von der Seite gesehen seien. Ueber den feineren Bau konnte ich auch mit den stärksten Vergrösserungen wenig Deutliches erkennen. Die stäbchenförmigen Gebilde schienen mir eine undeutliche Längsstreifung und die runden eine aus Punkten bestehende Zeichnung (vielleicht Längsstreifung im optischen Querschnitt) wahrnehmen zu lassen. Die zunächst sich anreihenden Kerne (ich lege Figur 38, 39 als Beispiel vor) sind schon beträchtlich grösser, als die bisher betrachteten. Namentlich ist

der Querdurchmesser gewachsen. Doch blieb die kommaförmige Gestalt immer noch gewahrt. Die Anordnung des Chromatins, welches auch in diesen schon mehr kernähnlichen Gebilden sehr angehäuft ist, vertheilt sich hier noch so, dass die grössere Menge dem breiteren hinteren Ende zufällt. Der Bau des Kerns, der als Ganzes betrachtet eine unebene Oberfläche (man kann das Gebilde gelappt nennen) zeigt, lässt eine Zusammensetzung aus kleinen, an den Berührungsstellen verschmolzenen Kugeln, erkennen. Eine Kernmembran (wenn eine solche da ist, was nicht immer deutlich erkannt werden kann) schliesst sich innig an das Kerngerüst an, den einzelnen Hervorragungen folgend. Im folgenden Stadium (Fig. 42), das dem hier eben beschriebenen nahe steht, hat sich der Längsdurchmesser des Kernes im Verhältniss zum Querdurchmesser verkürzt. In noch höherem Grade ist dies in Figur 43 der Fall. Gleichzeitig wird der aus Kugeln bestehende Aufbau des Kernes weniger in die Augen springend und es tritt ein Kerngerüst, wie es in ruhenden Kernen zu sein pflegt, deutlicher hervor. Eine Kernmembran ist nur bei einem Theil der Kerne deutlich, setzt sich jedoch bei manchen Kernen als doppelt contourirte Linie deutlich gegen das Kerngerüst (z. B. Figur 43) ab. Als Endstadium des Umwandlungsprocesses betrachte ich Kerne, wie den in Figur 45 abgebildeten.

Zur Zeit, zu welcher der Spermatozoonkopf eben ins Ei eingedrungen ist, hat sich an der Stelle, an welcher dies geschehen ist, eine tiefe Einsenkung — Grube — der Keimscheibenoberfläche gebildet. Es ist nun zu fragen, was das aktive bei der Bildung der Grube ist. Einmal könnte man an eine direkte mechanische Einwirkung des Spermatozoons denken. Dasselbe würde gegen die Oberfläche der Keimscheibe vordringend die dieselbe überdeckende dünne protoplasmatische Membran eine Zeit lang vor sich herdrängen, bis es ihm gelänge, dieselbe zu durchbohren. Weiter könnte man der Ansicht sein, dass das Ei (es käme hier ja nur das Protoplasma in Betracht) auf den Reiz, welchen das andringende Spermatozoon auf die Oberfläche ausübt, sich an der betreffenden Stelle contrahirt und so die Grube bildet, in welche das Spermatozoon eindringt. Endlich könnte man noch daran denken, dass zur Zeit der Befruchtung solche Gruben schon vorgebildet wären und dass dann die Spermatozoen eben nur da einzudringen vermöchten, wo sie Gruben vorfänden. Die

letzte Ansicht scheint mir die am wenigsten aufrecht zu erhaltende zu sein. Wenn ich auch die Frage über die Art der Entstehung der Grube nicht beantworten kann, so habe ich doch folgenden Umstand besonders zu betonen. Ich habe Gruben nur über den einzeln liegenden Kernen gefunden, aber niemals über den Stellen, an welchen der in Theilung befindliche Furchungskern liegt. Es scheint mir dies dafür zu sprechen, dass die Grubenbildung auch etwas mit einem Widerstand zu thun haben kann, welchen das Ei weiteren eindringenden Spermatozoen entgegensetzt, nachdem einmal ein Spermatozoonkopf eingedrungen ist. Dass die Gruben bei *Tropidonotus natrix* Kunstprodukte sind (ich meine Einziehungen, hervorgerufen durch die fixirenden Reagentien), halte ich bei der Grösse und der so charakteristischen aber doch variirenden Form der Gruben für ausgeschlossen. Eher könnte man bei den bei *Anguis fragilis* sich findenden Dellen an Artefacte denken. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass hier das um den unter der Delle liegenden Kern angehäuften Protoplasma sich auf Einwirkung von Reagentien zusammenziehen und so die Delle an der Oberfläche secundär nachziehen könnte. Doch scheint mir dagegen zu sprechen, dass ich die Dellen an frisch geschälten Eiern, auf welche die Reagentien eben erst einzuwirken begannen, erblickte und zwar so, wie sie sich unverändert während des Fixirungsprocesses erhielten.

Ich habe im Vorangehenden ausgeführt, dass ich glaube, für das Entstehen der Nebenspermakerne aus Spermatozoen spreche der Umstand, dass sich eine Reihe verschiedener, aber einander ähnlicher Bilder finden, welche nach ihrer Aehnlichkeit aneinandergereiht, eine verbindende Kette zwischen den beiden Endformen bilden. Ich fahre in dem Bemühen fort, Beweise für meine Ansicht zu erbringen. In der Keimscheibe des unbefruchteten Eies finden sich, soweit dies bei Wirbelthieren bisher bekannt ist, weitere Kerne ausser dem Eikern nicht. Hier finden sich nun zur Zeit der Conjugation und späterhin weitere Kerne. Wie sollen diese Kerne entstanden sein? Es bleiben nur zwei Möglichkeiten, entweder die Kerne sind aus einem der beiden Vorkerne oder aus beiden entstanden, oder sie sind von aussen hereingekommen. Eine weitere Ansicht, dass die Kerne neu, d. h. nicht aus Kernen (freie Kernbildung) entstanden seien, wird heute wohl Niemand mehr aufrecht erhalten wollen.

Die Ansicht, dass die Kerne aus dem männlichen oder weiblichen Vorkerne entstanden seien, lässt sich mit Sicherheit widerlegen. Zur Zeit, zu welcher die beiden Kerne da sind, lässt sich nichts erkennen, was darauf hinweisen würde, dass sich irgend ein Theilungsvorgang bei denselben abspiele (A I 1 und A I 2). Ist dann die Conjugation erfolgt oder auch schon vorher (Serie A II 1), so treten an Stellen, welche von dem Ort, wo die in Conjugation befindlichen Kerne sind, weit abliegen, Kerne auf. Wie die Kerne an diese Stellen, welche zum Theil ganz an der Peripherie der Keimscheibe liegen, anders als von aussen gelangen sollen, wäre ganz unverständlich. Endlich habe ich als beweisend die Gruben und das Verhalten der Kerne zu den Gruben und insbesondere zu dem umgebenden Protoplasma anzuführen. Während die in Conjugation befindlichen Vorkerne ebenso die Vorgänge, welche zur Bildung der beiden ersten Furchungskerne führen, stets tief unten, bisweilen an der Grenze des feinkörnigen Dotters gegen den grobkörnigen Dotter zu suchen sind, verhält sich dies mit den Nebenspermakernen ganz anders. Ein Theil derselben, häufiger ist dies bei den nahe der Mitte der Keimscheibe liegenden der Fall, liegt auch tief, wie der männliche Vorkern. Andere aber liegen direkt unter der Keimscheibenoberfläche, einzelne liegen in einer ganz anderen Schicht des Furchungsdotters, nämlich in der oberflächlichen Protoplasmaschicht. Um einen Theil der Kerne, und zwar um die Mehrzahl, hat sich ein Hof mit Strahlung gebildet, um andere nicht. Die letzteren sind fast durchweg solche, welche ich auch nach ihrem Aufbau für erst in Umwandlung in Kerne begriffene Spermatozoenköpfe ansehe. Die Bildung der Hofes mit Strahlung scheint mir bei den von mir untersuchten Thieren klarer zu sein, als bei anderen. Zunächst habe ich hervorzuheben, dass ich in keiner Keimscheibe eine Strahlung fernab von einem Kern entdecken konnte. Stets stand der Kern zu dem Mittelpunkt der Strahlung in Beziehung, wenn er auch nicht genau in der Mitte des Hofes lag. Ich habe daher zur Zeit keine Ursache eine Entstehung von Hof und Strahlung anderswo als um den Kern zu suchen. Wenn ich sämtliche Kerne, ich besitze in meinen Serien (vor der ersten Furche) 203 Nebenspermakerne bei *Tropidonotus natrix*, vergleiche, so erhalte ich den Eindruck, dass die Strahlung in folgender Weise entsteht: Wenn der Spermatozoonkopf ein-

gedrungen ist, gelangt er zunächst in die oberflächliche protoplasmatische Randzone. Es kann unter Umständen ein Spermatozoonkopf in dieser Schicht liegen bleiben und sich ein Hof mit Strahlung bilden. In der Regel jedoch dringt er sofort etwas tiefer. Er ist zuerst umgeben von dem unveränderten Furchungsdotter. Bald erscheint derselbe jedoch etwas aufgelockert. Stets ist die Verbindung zwischen Furchungsdotter und Spermatozoon noch eine so lockere, dass bei Schrumpfung (durch Fixierungsmittel hervorgerufen) stets das umgebende Protoplasma vom Kerne abreißt. Dann beginnt das protoplasmatische Netz, welches den Furchungsdotter durchzieht, in der Umgebung des Kernes dichter zu werden. Die Verbindung mit der Oberfläche des Kernes resp. der bisweilen deutlich erkennbaren, denselben umhüllenden Membran, wird jetzt eine festere. Dann erst fängt in dem Netz eine radiäre Strahlung an, zum Ausdruck zu kommen. Gleichzeitig ist aber die Protoplasmaansammlung in der Umgebung des Kernes eine so dichte geworden, dass dieselbe den Eindruck eines Hofes macht, von welchem die Strahlung ausgeht. Wie diese Protoplasmaansammlung entsteht, ob dadurch, dass dasselbe sich von weither sammelt, oder dadurch, dass das Protoplasma des Furchungsdotters hier durch Umwandlung die körnige Einlagerung verliert, kann ich nicht entscheiden. Während sich Hof und Strahlung gebildet hat, kann nun der Kern unter seiner Grube liegen geblieben oder eine ziemliche Strecke abgerückt sein. Ich denke mir, doch kann ich dies nicht beweisen, dass ein Fortrücken der Kerne nur statthat bis zu dem Zeitpunkt, in welchem mit einem der Spermakerne die Conjugation erfolgt ist. Jedenfalls habe ich nicht beobachtet, dass während der Zeit der Conjugation und während sich der erste Furchungskern theilt, ein Fortrücken der übrigen Kerne von ihrer Grube weg gegen den Ort, wo die Conjugation stattfindet, zu bemerken wäre. Die Bewegung eines Kernes mit seiner Strahlung denke ich mir nicht in der Weise, dass der Kern mit seiner Strahlung als einem begrenzten Gebilde sich weiter bewegt. Vielmehr glaube ich, dass sich nur der Kern bewegt (vielleicht mit einem Theil des Hofes) und dass die Strahlung von dem jedesmal den Kern jeweilig umfassenden Protoplasma gebildet wird. Bisweilen, wenn der Kern schon eine ziemliche Strecke von seiner Eintrittsstelle in das Ei entfernt liegt, reicht trotzdem die Strahlung noch bis

dorthin, wie überhaupt allseitig durch die ganze Schicht des Furchungsdotters, bis sie sich in der nur aus Protoplasma bestehenden superficiellen Schicht verliert. Es wäre dann die Strahlung nicht als etwas constantes zu denken, sondern eben nur als eine durch die jeweilige Lage der verschiedenen Kerne bedingte Anordnung des Protoplasmas. Ob die Radiäranordnung durch die Kerne selbst oder durch die Centrosomen bedingt wird, kann ich nicht entscheiden, da ich die letzteren bisher noch nicht auffinden konnte. Bilder wie Figur 45 sprechen jedoch für die letztere Ansicht, da hier die Strahlung auch vom Hofe ausgeht, obwohl der Kern nicht im Mittelpunkt desselben liegt.

Für die Entstehung der Strahlung unter direkter Einwirkung des Spermakernes resp. seines Centrosomas spricht besonders der Umstand, dass bei Vorhandensein mehrerer Nebenspermakerne auch eine entsprechende Anzahl von Strahlungen vorhanden ist. Wäre die Strahlung etwas selbständig im Ei entstehendes und nachträglich zum männlichen Vorkern in Beziehung tretendes, so wäre nicht verständlich, wie beim Vorkommen mehrerer Nebenspermakerne die Strahlungen für diese entstanden.

Ich habe im Vorstehenden eine Schilderung der Entstehung eines Nebenspermakernes und seines Hofes gegeben, indem ich die verschiedenen Bilder, welche ich in meinen Keimscheiben fand, aneinander reihte. Ich habe gesagt, dass sich daraus wohl auch ein Bild machen lassen werde, wie der männliche Vorkern entsteht, der sich ja in den Keimscheiben vor Beginn der Conjugation nicht von einem der in anderen Keimscheiben beobachteten Nebenspermakerne unterscheiden lässt. Ich werde nun dadurch zur Frage geführt, wie es denn denkbar ist, dass sich solche verschiedene Entwicklungsstufen noch in so späten Stadien, z. B. zur Zeit der Theilung des Furchungskernes, finden. Es sind hier in erster Linie 2 Möglichkeiten zu beachten: Entweder die Spermatozoen sind alle frühzeitig eingedrungen, oder einzelne sind erst nachgefolgt. Ist das erste der Fall, so müssen entweder die Kerne in ihrer Ausbildung nur einen gewissen Grad erreicht haben und dann stehen geblieben sein, oder aber die Ausbildung zu Kernen erfolgte bei den einen rasch, bei anderen hatte sie zur Zeit der Abtödtung erst eine niedere Stufe erreicht, dieselben waren aber noch in der Weiterbildung begriffen. Wären einzelne Spermatozoen erst später eingedrungen, nachdem schon

Conjugation erfolgt war, so müsste dies zu einer Zeit geschehen sein, zu der sich schon die Eischale gebildet hat. Es müssten dies dann Spermatozoen sein, welche sich (vielleicht innerhalb der Dotterhaut?) lebend erhalten hätten. — Für die letzte Annahme, dass noch nach erfolgter Conjugation Spermatozoen in's Ei einzudringen vermögen, scheint mir der Umstand zu sprechen, dass sich in den beiden jüngsten Serien von *Anguis fragilis* (A I 1 u. A I 2), wo noch keine Conjugation erfolgt war, nur ein Spermakern im Ei fand und in einer weiteren Serie aus dieser Zeit (A II 1) nur ein Nebenspermakern. Dagegen wäre es nicht gerechtfertigt die Thatsache, dass bei *Tropidonotus natrix* (wo ein späteres Stadium vorlag) viel mehr Nebenspermakerne da waren, in diesem Sinne zu verwerthen, da ja dieser Unterschied durch die Verschiedenheit, welche auch sonst in der Entwicklung von *Anguis fragilis* und *Tropidonotus natrix* besteht, gegeben sein kann (man denke nur an die verschiedene Grösse der Keimscheiben bei beiden Thieren) und mir jüngere Stadien von *Tropidonotus natrix* nicht zu Gebote stehen.

Die bei *Anguis fragilis* beobachteten Verhältnisse halte ich für das maassgebendere, weil hier 3 Mutterthiere zur Untersuchung kamen, von *Tropidonotus natrix* dagegen nur eines. Ich habe meine Deutung noch gegen einen Einwand zu vertheidigen. Man könnte sagen: zugegeben, dass die beobachteten Kerne Spermakerne und in den älteren Keimscheiben Nebenspermakerne sind, so kann diese Polyspermie doch immerhin eine pathologische sein, sie kann z. B. noch bedingt sein durch die auf das Ei einwirkenden Reagentien, welche zu langsam abtödteten. Es scheint dieser Einwand auf den ersten Blick nicht ganz unberechtigt, namentlich wegen der Verhältnisse bei der Ringelnatter, wo ich in einem schon späten Stadium noch in Umbildung begriffene Nebenspermakerne in den Keimscheiben fand. Dass es sich um ein vereinzeltes pathologisches Vorkommen handle, glaube ich jedoch dadurch unwahrscheinlich machen zu können, dass ich Nebenspermakerne bei 13 Keimscheiben von 3 Mutterthieren der Blindschleiche und noch bei 12 Keimscheiben von einer Ringelnatter fand. Was die Nebenspermakerne der Ringelnatter, namentlich die nur zum Theil oder gar nicht in Nebenspermakerne umgewandelten Spermatozoenköpfe anlangt, so bestehen für Einwände reichliche Gründe. Der stichhaltigste Einwand scheint

mir der zu sein, dass die Eier dieses Mutterthieres lange Zeit ungeschält in der Fixirungsflüssigkeit lagen. Nach dem, was über Einwirkung von chemischen Stoffen auf Spermatozoen, namentlich durch die Botaniker bekannt geworden ist, wäre es ja am Ende denkbar, dass zwischen Keimscheibe und Dotterhaut befindliche Spermatozoen bei der durch die Schale ganz allmählich beginnenden Einwirkung von Sublimat sich gegen die Keimscheibe bewegt hätten und so in dieselbe gelangt wären. Unverständlich bleibt aber dann doch, wie die Spermatozoen jetzt in grösserer Zahl ins Ei eindringen konnten, während vorher nach dieser Ansicht nur ein einziges dies vermocht hätte. Nimmt man aber an, dass der Widerstand, welchen das Ei dem Eindringen weiterer Spermatozoen entgegensetzt, durch das einwirkende Sublimat so geschwächt war, dass die Spermatozoen eindringen konnten, so ist kaum denkbar, dass bei einer so starken Wirkung des Giftes noch Zeit für die Spermatozoenköpfe bestand, sich in Kerne umzuwandeln. Ich lasse die Frage, ob die beobachteten Verhältnisse bei der Ringelnatter (namentlich das Auffinden von nicht umgewandelten Spermatozoenköpfen zur Zeit, zu welcher zwei Furchungskerne vorhanden sind) zum Theil pathologisch sind, offen.

Gegen den Einwand jedoch, dass die Polyspermie, welche ich für die Reptilien im Allgemeinen, insbesondere für *Anguis fragilis* aufrecht erhalte, etwa durch Reagentien oder durch die Umstände, welche beim Fang, beim Abtöden der Thiere (Chloroform) und ähnliches mehr hervorgerufen sein könnte, hoffe ich mich auf folgende Weise schützen zu können. Wenn es gelänge, in späteren Entwicklungsstadien bei Thieren, bei welchen die eben beschriebenen Vorgänge Befruchtung und beginnende Furchung, noch ehe sie für mich eingefangen waren, oder wenigstens vor Abtödtung und Eröffnung der Mutterthiere sich abgespielt hatten, auch Nebenspermakerne oder deren Abkömmlinge aufzufinden, so dürfte damit die Polyspermie als etwas physiologisches erwiesen sein. Es war dies für mich mit ein Grund, das Thema, welches ich mir für diese Arbeit gestellt hatte, zu überschreiten und das spätere Schicksal der Nebenspermakerne, das ich im folgenden Kapitel schildern werde, zu verfolgen.

4. Späteres Schicksal der Nebenspermakerne.

Ich komme jetzt darauf zu sprechen, welche Veränderungen die Nebenspermakerne während der Furchung erleiden, und was später mit ihnen geschieht. Bei *Tropidonotus natrix* und *Anguis fragilis* habe ich im Vorhergehenden diese Kerne verfolgt, bis zwei Furchungskerne gebildet waren. Es bestand damals noch keine Furchung. Ich habe noch anzufügen, dass ich schon um diese Zeit bei beiden Thieren Theilungsvorgänge bei den Nebenspermakernen erkennen konnte. In Figur 12 habe ich von der Blindschleiche A I 5 eine Theilungsfigur abgebildet, welche, wie ich glaube, einem Nebenspermakern angehört. Die Figur ist eine der regelmässigsten, welche ich sah und für die Blindschleiche die einzige, welche ich in so früher Zeit (die beiden ersten Furchungskerne bestehen jeder aus 5—6 Kügelchen) beobachten konnte. Die chromatischen Schleifen wie die achromatischen Fäden sind deutlich zu erkennen. Die Schleifen genau zu zählen war mir nicht möglich, doch scheinen es mir an Zahl kaum weniger zu sein, als in der Spindel des ersten Furchungskernes und als in Theilungsfiguren der Furchungskerne aus späterer Zeit bei der Blindschleiche (vgl. Fig. 16, 17 und 26). Hervorzuheben habe ich noch, dass die beiden anderen Nebenspermakerne, welche ich in der ins Auge gefassten Blindschleichenkeimscheibe A I 5 beschrieben habe, sich in Ruhe befanden.

Bei der Ringelnatter kann ich gleichfalls nur eine einigermaßen deutliche Theilungsfigur für die Nebenspermakerne in Anspruch nehmen (Fig. 36 b, vgl. auch die Materialbeschreibung pag. 234). Dagegen habe ich eine Reihe weiterer Gebilde z. B. in Keimscheibe T 2 und T 5 beobachtet und beschrieben, bei denen es sich offenbar gleichfalls um Theilungsvorgänge handelt. Dieselben sind jedoch so unregelmässig, dass man sie vielleicht nicht mit Unrecht für zerfallende Kerne anspricht. Aus allen diesen Befunden ist zu entnehmen, dass wenn zwei Furchungskerne da sind, zwar die Theilung einzelner Nebenspermakerne beginnt, dass jedoch durchaus nicht alle schon um diese Zeit in die Theilung eingehen, oder etwa mit der Theilung der Furchungskerne gleichen Schritt halten.

Als nächstfolgendes Stadium schliesse ich eine Keimscheibe von *Lacerta viridis* an. Bei dieser wie bei den im Folgenden

beschriebenen Keimscheiben bezwecke ich nicht eine Schilderung des Furchungsprocesses zu geben, da ja dies ausserhalb meines Themas liegt. Doch muss ich stets eine kurze Beschreibung der Keimscheibe geben, um dann meine Befunde, betreffend die Nebenspermakerne, einzeichnen zu können.

Die besagte Keimscheibe von *Lacerta viridis* verdanke ich der Güte meines Freundes A. Böhm, welcher dieselbe vor Jahren geschnitten hat. Die Keimscheibe befindet sich im Münchener Institut, und Herr Professor von Kupffer hat mir gestattet, die Serie für diese Arbeit zu benutzen. Böhm verfasste damals ein Protokoll über die Befunde, welche diese Keimscheibe bot, dem ich Folgendes entnehme. Die erste Furche ist sichtbar, 17 Kerne sind vorhanden, davon einige mit Fragezeichen versehen; von diesen Kernen liegen einmal zwei in einem Hof. „Einige der Kerne trifft man in der Verlängerung einer trichterförmigen Einsenkung der Oberfläche.“ Böhm hat demnach die Gruben in der Reptilienkeimscheibe damals schon gesehen. Er gab jedoch seinen Befunden keine Deutung.

Ich färbte die Keimscheibe um und gebe folgende Schilderung und Deutung des Befundes. Die Keimscheibe zeigt 17 Kerne, von diesen liegen nur etwa 4 in der Nähe der Furche, die anderen zerstreut in der Keimscheibe. Doch liegen alle diese Kerne einzeln, von den peripher liegenden finden sich nicht etwa mehrere näher beisammen, so dass der Gedanke entstehen könnte, sie seien durch Theilung auseinander entstanden. Ausschiessen lässt sich dies aber auch nicht, da sie ja auseinandergerückt sein können. Nur an einer Stelle liegen zwei Kerne beisammen in einem Hof. Fünf dieser Kerne liegen unter tiefen Gruben, welche aber nur in dem der Oberfläche nächsten Theil sich trichterförmig öffnen, in der Tiefe berühren sich die Wände, so dass kein Lumen besteht. Einen solchen Kern mit Grube zeigt Figur 51. Die Dotterhaut, wie die Schale (die letztere ist mitgeschnitten) zieht, ohne sich einzusenken (wie ich bei *Tropidonotus natrix* gleichfalls beobachten konnte, vgl. Figur 38), über die Grube weg. Ueber die Anordnung des Kerngerüstes oder über das Bestehen einer Strahlung in der Umgebung der Kerne ist kein Aufschluss zu erlangen, was damit zusammenhängen mag, dass damals die Technik noch weniger entwickelt war, als sie es heute ist. Nur ein etwas hellerer Hof ist um einzelne,

namentlich der peripher liegenden Kerne, deutlich. Trotzdem glaube ich, dass die periphere Lage der Kerne und die Gruben fast als beweisend angesehen werden können, dass man es hier mit Nebenspermakernen zu thun hat. Ob die Keimscheibe erst vier oder schon acht, oder eine andere Zahl Furchungskerne aufweist, kann ich nicht sicher angeben, da es nur möglich ist, fünf von den siebzehn Kernen als Nebenspermakerne in Anspruch zu nehmen, weil nur so viele unter Gruben liegen. Nebenspermakerne und Furchungskerne dem Aussehen nach zu unterscheiden, ist aber bei dem Erhaltungsgrad der Keimscheibe hier nicht möglich.

Die Bedeutung dieser Keimscheibe liegt einmal darin, dass sich daraus entnehmen lässt, dass Nebenspermakerne nicht nur bei *Anguis fragilis* und *Tropidonotus natrix*, sondern auch bei *Lacerta viridis* vorkommen. Es unterstützt dies die Annahme, dass es sich hierbei um einen allen Reptilien zukommenden Process handle. Weiter ergibt sich daraus, dass die Spermakerne sich auch hier noch bis zur Zeit der Furchung erhalten.

Besseren Aufschluss ergibt folgende (in meinem Katalog B 106 bezeichnete) Keimscheibe von *Anguis fragilis*. Ich habe die Anordnung und Zahl der Kerne dieser Keimscheibe im anatomischen Anzeiger Jahrgang 1891, pag. 543, Fig. 4 abgebildet). Es fanden sich 16 Furchungskerne, welche annähernd die Mitte der Keimscheibe einnehmen. Sämmtliche sind in Theilung begriffen, doch befinden sich nicht alle in derselben Theilungsphase. Zwölf dieser Kerne zeigen das Stadium der Aequatorialplatte, während sich bei den übrigen schon die Tochtersterne in Bildung befanden. In dieser Keimscheibe fand ich an mehreren Stellen zerstreut, grösstentheils mehr peripher liegend als die Furchungskerne, 23 weitere Kerne, welche nach ihrem Aussehen und ihrer Lage mit den Furchungskernen nicht verwechselt werden können. Die Kerne färben sich bei der angegebenen Behandlungsweise (Sublimat-Eisessig) intensiv mit Boraxkarmin. Sie erscheinen dann als dunkelrothe Punkte schon bei einer Vergrösserung, bei welchen man Furchungskerne (insbesondere in Theilung begriffene) überhaupt noch nicht erkennen kann. In Figur 20—25 habe ich solche Kerne aus dieser Keimscheibe, von der Figur 19 das Flächenbild darstellt, abgebildet. Sie liegen in der Regel an der Grenze des Furchungsdotters gegen

den grobkörnigen Dotter oder sogar in letzterem selbst. Sie sind von einem protoplasmatischen Hof umgeben und werden nicht durch eine Zellmembran gegen die Umgebung abgegrenzt (Fig. 20—22). Doch ist ihre Lage am Grund der tiefen Furchenausläufer, welche unten beschrieben wird, eine so eigenartige, dass es bisweilen den Eindruck macht, als umhülle die sich einsenkende Furche auch membranartig den Kern mit seinem Hofe (Fig. 25). Einzelne solche Kerne fand ich jedoch ganz unabhängig und fern von der nächsten Furche. Es ist wohl jeder in der Literatur Bewanderte durch meine Schilderung an das erinnert worden, was schon von anderen Autoren als freie Kerne im Dotter der Reptilienkeimscheibe beschrieben wurde. An einigen Stellen liegen immer zwei ebensolche Kerne nahe beisammen, bisweilen in einem Hofe, in anderen Fällen ist der Hof in Abschnürung in zwei Höfe, in deren Mitte je ein Kern liegt, begriffen (Fig. 23 und 25). Zwei beisammenliegende Kerne sind einander stets sehr ähnlich (Fig. 23 und 25), so dass der Gedanke naheliegt, sie seien durch Theilung auseinander entstanden. Einige der Kerne liegen unter tiefen Einsenkungen der Oberfläche, welche aber mehr an die früher beschriebenen Gruben der Ringelnatter- und Eidechsenkeimscheibe als an die Dellen der Blindschleichenkeimscheibe erinnern. Solche Einsenkungen beschränken sich in der Serie nur auf wenige Schnitte, andere ziehen sich in einer Richtung länger fort und setzen sich in die Furchen fort. Sie bilden so die äussersten verbreiterten Enden der Ausläufer, in welche die Furchen der Reptilienkeimscheibe, wie bekannt ist, übergehen. In der Abbildung der von mir ins Auge gefassten Keimscheibe Fig. 19 sind dieselben ersichtlich. Liegen zwei Kerne, wie beschrieben, nahe beisammen, so läuft die Furche häufig trennend zwischen den beiden Kernen, wenn sie auch noch nicht so tief eingeschnitten hat, als die Lage der Kerne ist.

Ich halte alle diese zuletzt beschriebenen Kerne für Abkömmlinge der Nebenspermakerne. Den Beweis glaube ich damit führen zu können, dass ich neben den Furchungskernen diese Kerne von der Befruchtung an in der Entwicklungsreihe auffand; zur Zeit der Conjugation und der Bildung zweier Furchungskerne bei *Anguis fragilis*, bei *Tropidonotus natrix* gleichfalls, zur Zeit, zu welcher zwei Furchungskerne gebildet waren,

bei *Lacerta viridis* zur Zeit der ersten Furchung und bei *Anguis fragilis* mit sechzehn Furchungskernen. Ich bin mir wohl bewusst, dass ein strenger Beweis an einer einzigen Species geführt werden müsste. Doch halte ich auch so meine Deutung nicht für ungerechtfertigt, da ja die Annahme, es könnte sich in allen diesen Fällen bei den verschiedenen, doch nahe verwandten Thieren um verschiedene Kerne handeln, überhaupt das Recht eines Vergleiches zwischen einander nahe verwandten Thieren in Frage stellen würde. Dann liegt ja zwischen zwei und sechzehn Furchungskernen (welche beide bei *Anguis fragilis* beobachtet wurden) nur ein kurzes Entwicklungsstadium. Es dürfte kaum anzunehmen sein, dass Kerne, die sich im letzteren Stadium finden und nach Form und Lage Kernen im ersteren gleichen, etwas anderes als Abkömmlinge dieser wären. Es müssten ja sonst in dieser kurzen Zeit diese Kerne auf eine unbegreifliche Weise in die Keimscheibe gekommen, oder wie man früher wollte, in derselben „frei“ entstanden sein. Ich hebe noch einmal hervor, dass an ein Entstandensein aus den Furchungskernen nach Lage und Aussehen der Nebenspermakerne nicht zu denken ist. Ihre Zahl spricht auch nicht dagegen, dass die Kerne Abkömmlinge der Nebenspermakerne sind. Sie liegen in dieser Keimscheibe in fünf zum Theil grösseren Gruppen zu einem, drei, fünf, sechs und acht Kernen zusammen. Die letzte Gruppe kann auch aus zwei mal vier Kernen bestehend gedeutet werden. Nehme ich aber auch an, dass acht aus einem Kern entstanden wären, so wäre doch noch immer ein Theilungsakt weniger nothwendig, als für die Entstehung der sechzehn Furchungskerne. Ich habe daraufhin nach Theilungsfiguren gesucht. Ich fand auch in einer Anzahl von Keimscheiben aus dieser Zeit, welche ich durchsuchte, Figuren, die eine eigenthümliche Anordnung des Kerngerüstes zeigen. Ich habe in Figur 28 solche abgebildet. Doch kann ich diese Formen nicht als Mitosen auffassen, sie ähneln mehr karyolytischen Figuren. Ich glaube demnach annehmen zu dürfen, dass eine regelmässige Theilung dieser Kerne um diese Entwicklungszeit schon nicht mehr erfolgt. Die Keimscheibe, der die Figur 28 entnommen ist, stammt von demselben Mutterthier wie die beschriebene Keimscheibe mit den sechzehn Furchungskernen. Figur 29 zeigt zum Vergleich einen ruhenden Furchungskern aus derselben Keimscheibe, welcher

Figur 28 angehört. Ich habe noch eine weitere Keimscheibe dieses Mutterthieres durchgezählt und gleichfalls 16 Furchungskerne gefunden, von denen sich aber ein grösserer Theil noch in Ruhe befand.

In einer Keimscheibe eines anderen Mutterthieres, bei welchem ich zwanzig Furchungskerne, merkwürdiger Weise alle in Ruhe befindlich fand, konnte ich auch noch zahlreiche Nebenspermakerne, darunter mehrere karyolytische Figuren, auffinden, den in Figur 28 abgebildeten ähnlich.

Die letzten Reste der Nebenspermakerne fand ich in einer Keimscheibe, welche ich in Figur 30 abgebildet habe. Diese Keimscheibe zeigt im Flächenbild, was ich nebenbei bemerke, innerhalb der einzelnen Segmente (mit der Lupe gesehen) Punkte, welche bei Färbung mit Lithioncarmin dunkelroth hervortraten. Aus dieser Keimscheibe habe ich in Figur 31 und 32 zwei Nebenspermakerne abgebildet. Dieselben sind klein, intensiv gefärbt und machen den Eindruck von zu Grunde gehenden Kernen. In der Umgebung des einen hat sich noch eine deutliche radiäre Anordnung des Protoplasmas erhalten.

In älteren Keimscheiben habe ich Reste von den Nebenspermakernen nicht mehr aufgefunden.

Als ich beim Abschluss dieser Arbeit Umschau in der Literatur hielt, um zu sehen, was Andere betreffend die von mir untersuchten Capitel schon beschrieben haben, so machte ich die Wahrnehmung, dass über Befruchtung bei Reptilien überhaupt keine Arbeit vorliegt.

Doch sind es einige Arbeiten, welche sich mit späteren Entwicklungsvorgängen bei Reptilien (z. B. Furchung) befassen, ich möchte in erster Linie die Autoren Kupffer und Benecke (5), Sarasin (10), C. K. Hoffmann nennen.

Besonders sind es einige Angaben F. Sarasin's (10), welche vielleicht durch meine Befunde eine Deutung finden können. Dieser Autor beschreibt Furchungskeimscheiben von *Lacerta agilis*, welche etwas jünger sein mögen als die von mir beschriebene Blindschleichenkeimscheibe B 106. Doch schliesse ich dies nur nach den Flächenbildern (vergl. meine Figur 19 mit Sarasin's

Figur 20), da Sarasin die Zahl der Furchungskerne nicht angiebt. In solchen Keimscheiben fand derselbe das Vorhandensein kleiner abgeschnürter Zellen in der Tiefe der Furchen in den peripherischen Gebieten der Keimscheibe. In einer Serie zählte der genannte Autor 11 solcher kleiner Zellen, in einer anderen sechs. Es ist der Gedanke naheliegend, dass es sich hierbei um den von mir beschriebenen Abkömmlingen der Nebenspermakerne ähnliche Gebilde handeln könnte. Besonders scheint mir dafür zu sprechen einmal die Angabe Sarasin's betreffend die Lage derselben, worin ihm „eine grosse Willkür zu herrschen“ scheint. Ferner sagt derselbe: „Gewisse Furchen, in denen Zellen sich abschnüren, sind nur durch ein oder zwei Schnitte zu verfolgen, scheinen also gewissermassen nur eine Folge der Zellbildung in der Tiefe zu sein“ (eine solche nahm Sarasin damals an). Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass Sarasin bei dieser Beschreibung Trichter ähnlich den oben beschriebenen im Auge hatte, und dass nach seinen Befunden zu schliessen auch bei *Lacerta agilis* ähnliche Verhältnisse bestehen, wie bei den von mir untersuchten Reptilien. Der Stand der Kenntnisse und wohl auch der Technik (Sarasin wandte Chromsäure, Alkohol und heisses Wasser als Fixierungsmittel an) zu der Zeit, in welcher Sarasin über dieses Thema arbeitete, machte leider für diese Gebilde damals eine Deutung noch nicht möglich.

Betreffend andere Wirbelthierklassen liegen aus der neuesten Zeit werthvolle Arbeiten über die Befruchtung selbst vor, ich nenne z. B. Agassiz und Whitmann (15), van Beneden (2), Böhm (13 und 18), Calberla (3), C. K. Hoffmann (6), Kupffer (4, 8, 11), Rein (9), Rückert (16, 17, 20), Salensky (7), O. Schultze (12) und andere. Auf einige Befunde dieser Autoren möchte ich hier noch kurz eingehen, um das was Andere bei anderen Wirbelthieren sahen, mit dem, was mich die von mir untersuchten Reptilien lehrten, zu vergleichen.

Am meisten stimmen die Verhältnisse bei Reptilien wohl mit denjenigen überein, welche Rückert (16, 17, 20) vom Selachierei beschreibt. Ich komme daher zuerst darauf zu sprechen. Ich habe voranzuschicken, dass ich hier wie im Folgenden stets in keiner Weise die Arbeiten dieser Autoren kritisch betrachten kann, da ich ja an einem anderen Thiermaterial

untersucht habe. Vielmehr spreche ich mich stets nur dahin aus, ob mir die von den genannten Autoren bei anderen Thieren gemachten Beobachtungen auch für die Reptilien zu Recht zu bestehen scheinen oder nicht. Die gleichen Verhältnisse, wie sie sich bei den Reptilien finden, wurden bisher bei keinem anderen Wirbelthier beschrieben. Einige derjenigen Momente, welche als die wichtigsten bei der Befruchtung angesehen werden, lassen sich jedoch bei allen auffinden. Dies ist vor allem die Vereinigung von männlichem und weiblichem Vorkern zur Bildung eines Ganzen, aus welchem nachher durch mitotische Theilung die beiden ersten Furchungskerne hervorgehen. Dieser Vorgang der Vereinigung des männlichen und weiblichen Vorkerns, welcher nach den Beobachtungen bei Wirbellosen (vor Anderen sei O. Hertwig genannt) eine theoretische Forderung auch für Wirbelthiere war, wurde von van Beneden (2) schon 1875 bei Säugethieren beschrieben. Es sind also die Reptilien nicht die ersten Amnioten, bei welchen dieser Befund gemacht wird. Ebenso stimmen betreffend das Bestehen dieses Processes die Beobachter bei allen niederen Wirbelthieren bei, ich verweise besonders auf die über verschiedene Fische vorliegenden Arbeiten. So scheint auf den ersten Blick durchweg Uebereinstimmung da zu sein. Vergleicht man jedoch im Einzelnen die Vorgänge genau, so ergeben sich eine Reihe von Unterschieden.

Für Selachier und Reptilien ist es in erster Linie die bei beiden beobachtete Polyspermie, welche zu einem Vergleiche herausfordert. Es ist jedoch als unterscheidend hervorzuheben, dass Rückert (20) in den zwei jüngsten der von ihm beschriebenen Keimscheiben, bei welchen die Conjugation noch nicht stattgefunden hatte, 3 und 8 Spermatozoenköpfe resp. Spermakerne beobachtete. Ich konnte dagegen nur in einem von drei entsprechenden Fällen bei der Blindschleiche zwei Spermakerne auffinden, sonst nur einen. Es fanden sich erst später zur Zeit der Conjugation und der Bildung der beiden ersten Furchungskerne zahlreiche Spermakerne. Ein weiterer Unterschied zwischen Selachiern und Reptilien besteht in Folgendem. Rückert (20) schliesst, dass einer von acht Spermakernen, welche er in einer Keimscheibe (vor der Conjugation) fand, der männliche Vorkern sein müsse. Er nimmt damit an, dass das Eindringen des Spermatozoons, welches den Hauptspermakern liefert, schon um

diese Zeit erfolgt sein müsse. Ich konnte bei *Anguis fragilis* in den Keimseiben A I 1 und A I 2 eine solche Deutung, dass der in jeder dieser Keimseiben beobachtete Spermakern der Hauptspermakern sein müsse, nicht mit Sicherheit aufstellen. Bei Selachiern scheint aber der Umstand, dass Rückert (20) in einer Keimseibe drei noch stäbchenförmige Gebilde und in der nächstälteren acht Spermakerne fand, diesen vorsichtigen Forscher zur Annahme einer gleichzeitigen Bildung aller Spermakerne und damit der angegebenen vielleicht richtigen Deutung bestimmt zu haben. Es besteht ja auch für die Reptilien die Möglichkeit, dass das zuerst eingedrungene Spermatozoon den Hauptspermakern liefert, doch konnte ich dies noch nicht beweisen. Es scheint mir für Reptilien gar nicht erwiesen, dass das Eindringen aller Spermatozoen zusammen und die Umwandlung derselben in Spermakerne in gleichem Schritt erfolgt, da ja bei der Ringelnatter, z. B. zur Zeit der Theilung des ersten Furchungskernes, einige der Spermatozoenköpfe diese Umwandlung noch nicht durchgemacht haben. Es soll damit aber auch nicht gesagt sein, dass solche Spermatozoenköpfe diese Umwandlung später noch durchmachen. Bei der Blindschleiche habe ich solche un ausgebildete Spermakerne nicht aufgefunden. Rückert beschreibt solche in späteren Stadien auch bei den Selachiern nicht. Es wäre also mehr Uebereinstimmung zwischen Selachiern und *Anguis fragilis*, während sich *Tropidonotus natrix* anders verhielte. Es scheint dieser Umstand meine oben ausgesprochene Ansicht zu unterstützen, dass die bei *Tropidonotus natrix* gemachten Befunde möglicher Weise zum Theil auf (z. B. durch die Behandlung hervorgerufene) abnorme Verhältnisse zurückzuführen sein dürften.

Ein besonders wesentlicher Unterschied zwischen Reptilien und Selachiern besteht aber in dem weiteren Schicksal der Nebenspermakerne. Während sie dort bald (nach wenigen Theilungen) rudimentär bleiben, liefern sie hier „auch Merocytenkerne“. Ich werde dadurch vor eine überaus wichtige Frage gestellt, welche Bedeutung denn die Nebenspermakerne für die Reptilienkeimseibe und deren Weiterentwicklung haben. Von den Ansichten, welche ich mir darüber bilden konnte, erscheint mir keine so plausibel, dass ich sie für werth hielte, hier vorgelegt zu werden.

Weiter unterscheiden sich Selachier und Reptilien darin, dass bei Selachiern Furchungskerne und Merocytenkerne nach Rückert in frühen Stadien einander sehr ähnlich sind. Bei Reptilien sind sich Furchungskerne und Nebenspermakerne, auch abgesehen von der Grösse, nicht ähnlich. Bei Selachiern holen Merocytenkerne eine kleine anfängliche Verspätung in der Theilung noch während der ersten Theilung oder in der nächstfolgenden Ruhephase wieder ein. Bei den Reptilien halten die Nebenspermakerne von Anfang an in der Theilung nicht gleichen Schritt mit den Furchungskernen. Es können im Stadium von 16 Furchungskernen wohl im höchsten Fall aus einem Nebenspermakern nicht mehr als acht (meistens viel weniger) Kerne entstanden sein. Regelmässige Theilungsfiguren kamen bei den Nebenspermakernen der Reptilien selten zur Beobachtung, in älteren Stadien gar nicht mehr.

Alle diese Einzelheiten lassen es zweifelhaft erscheinen, ob die Nebenspermakerne bei Reptilien und Selachiern identificirt werden dürfen. Doch scheint der gemeinschaftliche Ursprung der Kerne hier und dort darauf hinzuweisen. Jedenfalls spielen sie nach Rückert's und meinen Befunden hinsichtlich ihrer Bedeutung und ihres späteren Schicksals bei beiden eine ganz verschiedene Rolle. Ein Vergleich beider scheint mir um so mehr gerechtfertigt, da auch Rückert (21) es für die Selachier „aus allgemeinen Gründen“ für höchst unwahrscheinlich hält, „dass die aus Spermaköpfen hervorgegangenen Kerne sich später am Aufbau des Embryos betheiligen“.

Eine Vergleichung weiterer Details des Befruchtungsvorganges bei Selachiern und Reptilien erscheint mir erst thunlich, wenn die von Rückert in Aussicht gestellte ausführliche Mittheilung über die Befruchtung bei Selachiern erschienen sein wird.

Wenn so schon bedeutende Unterschiede zwischen Selachiern und Reptilien bestehen, so vermehren sich dieselben noch, wenn ich die Verhältnisse zwischen Reptilien und anderen Fischen vergleiche. Es handelt sich jedoch hier fast durchweg um Einzelheiten, welche sich nicht einmal bei allen Fischen gleich verhalten, sondern bei den einen beobachtet wurden, bei anderen nicht. Ich erinnere z. B. an die Partialkerne bei der Forelle (Böhm 18) oder an das Verhalten der Spermakerne zur Strahlung. Ich halte es jedoch, so lange nicht eingehende Arbeiten

über die Befruchtung bei allen Wirbelthierklassen, vor allem auch bei Säugethieren und Vögeln vorliegen, für verfrüht, auf die Diskussion derartiger Specialfragen einzugehen oder gar etwa in verallgemeinernder Weise Schlüsse ziehen zu wollen. Ich komme daher zum Schluss nur noch einmal auf die Polyspermie zu sprechen, da ich darüber bei Wirbelthieren noch einige Angaben auffinden konnte.

Rückert (16) und Böhm (18) konnten übereinstimmend während der ersten Furchungsstadien im Forellenei keine Spur von Merocyten vorfinden. Ich glaube dies für eine Bezugnahme auf die Selachier, wo die Nebenspermakerne nach Rückert „auch Merocytenkerne“ liefern, anführen zu sollen. Blanc (19) sagt darüber (Forelle): „Dans les cas de polyspermie qui sont fréquents, surtout lorsqu'on procède à la fécondation artificielle par la méthode russe, chaque spermatozoïde grossit dans le germe et est accompagné de son centre solaire, tout comme le pronucléus mâle dans les fécondations normales.“ Die Blancsche Angabe scheint mir (auch wenn bei der Forelle die Polyspermie nicht physiologisch wäre) jedenfalls von Werth zu sein. Sie kann ermöglichen, dass diese Verhältnisse an leicht zu gewinnendem und (wegen der Kleinheit der Keimscheibe) rasch zu bearbeitendem Material weitere Untersucher finden, welche in erster Linie über das spätere Schicksal der Nebenspermakerne bei diesen Thieren Aufklärung zu suchen hätten.

Bei der Kröte dringen nach Kupffer (8) mehrere Zoospermien vollständig ins Ei ein.

Kupffer und Benecke (4) sagen vom Neunauge: „Bestätigen wir sonach in Uebereinstimmung mit Calberla die wichtige Entdeckung O. Hertwig's, dass bei der Befruchtung der Eier verschiedener Thiere einem Zoosperm eine ausgezeichnete Rolle zufällt, so müssen wir doch darauf hinweisen, dass in solchem Falle auch andere Zoospermien in anderer Weise an dem Befruchtungsacte betheiligt sein können.“ Ich glaube, der letzte Satz dieser Forscher liesse sich recht gut auch auf Reptilien anwenden. Bei Reptilien ist es nur ein Spermakern, der in die Conjugation mit dem Eikern eingeht, über die Bedeutung, welche den Nebenspermakernen zukommt, kann ich zwar kein Urtheil abgeben, doch dürften dieselben wohl kaum ganz bedeutungslos sein.

Sucht man an diese Frage heranzugehen, so glaube ich, wird wohl ein besonderes Augenmerk auf die Grösse der Keimscheibe zu richten und zu prüfen sein, ob irgend ein Zusammenhang zwischen Keimscheibengrösse und der Zahl der Nebenspermakerne, welche bei einer Art durchschnittlich aufgefunden wird, besteht.

Ich danke meinen beiden Münchener Lehrern Herrn Professor Dr. von Kupffer und seinem Prosector meinem Freunde A. Böhm für das Interesse, welches sie dieser von mir noch in München begonnenen Arbeit entgegenbrachten, wie für das, was sie mir waren, so lange ich in München lernte. Herrn Professor Dr. von Kupffer habe ich besonders dafür zu danken, dass er mir erlaubte, die Anfertigung der Zeichnungen für diese Arbeit noch im Münchener Institut vornehmen lassen zu dürfen.

Zusammenfassung der Resultate.

In dieser Zusammenstellung sind diejenigen Angaben, welche ich durch die Befunde dieser Arbeit als bewiesen ansehe, gesperrt gedruckt und so den anderen, nur durch Einzelbeobachtungen gestützten Resultaten gegenüberstellt.

In der Blindschleichenkeimscheibe bildet sich bei der Befruchtung ein männlicher und ein weiblicher Vorkern.

Zu der Zeit, zu welcher sich die Ausstossung des (zweiten?) Richtungskörperchens vollendet haben muss und der weibliche Vorkern noch nahe der Oberfläche des Eies im Knäuelstadium sich befindet, ist schon ein Spermakern in der Blindschleichenkeimscheibe vorhanden.

Männlicher und weiblicher Vorkern nähern sich bis zur Berührung, sie sind anfangs noch nach Grösse und Verhalten zu der Umgebung leicht von einander zu unterscheiden, später werden sie einander ähnlicher.

Zur Zeit der Conjugation finden sich in der Blindschleichenkeimscheibe ausser dem männlichen Vorkern (Hauptspermakern) in der Regel

noch zahlreiche weitere Spermakerne (Nebenspermakerne).

Die Spermakerne (eingeschlossen Nebenspermakerne) besitzen einen protoplasmatischen Hof mit Strahlung.

Das bei der Conjugation entstehende Gebilde (ein ruhender Kern wurde nicht beobachtet) wird zu einer regelmässigen Theilungsfigur. Die Axe derselben steht bei der Blindschleiche annähernd parallel zur Oberfläche der Keimscheibe. Die Theilung führt zur Bildung der beiden ersten Furchungskerne.

Nebenspermakerne können sich in der Blindschleichenkeimscheibe auch schon vor der Conjugation finden, sie sind in der Reptilienkeimscheibe (*Anguis fragilis*, *Lacerta viridis*, *Tropidonotus natrix*) zur Zeit der Bildung der ersten Furchungskerne in der Regel vorhanden; sie liegen häufig unter Dellen oder trichterförmigen Gruben der Keimscheibenoberfläche.

Es geht nur ein einziger Spermakern, der Hauptspermakern mit dem weiblichen Vorkern die Conjugation ein. Die Nebenspermakerne gehen keine Beziehungen zum weiblichen Vorkern ein, sie theilen sich in langsamerem Zeitmaass als die Furchungskerne. In späteren Furchungsstadien theilen sich die Nebenspermakerne bei der Blindschleiche nicht weiter, sie abortiren und nehmen am Aufbau des Embryo keinen direkten Antheil.

Der protoplasmatische Hof der Spermakerne bildet sich um dieselben und unter dem Einfluss derselben. Die von dem Hofe ausgehende Strahlung zieht durch die ganze Dicke der Keimscheibe bis zu ihrer Oberfläche.

Es kam ein Zwillingsei zur Zeit der Conjugation zur Beobachtung.

Die Frage nach der Bedeutung der Nebenspermakerne bleibt eine offene.

Literaturverzeichniss.

1. 1875. O. Hertwig, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morph. Jahrb. Bd. I, 1875, Bd. III, 1876, S. 1, 1877, S. 271.
2. „ E. van Beneden, La maturation de l'oeuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des mammifères d'après des recherches faites chez le Lapin. Bull. de l'Acad. royale de Belgique 2. Sér. T. XL, No. 12.
3. 1877. E. Calberla, Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Leipzig.
4. 1878. C. Kupffer und B. Benecke, Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Festschrift für Th. Schwann. Königsberg.
5. „ C. Kupffer und B. Benecke, Die ersten Entwicklungsvorgänge am Ei der Reptilien. Königsberg.
6. 1881. C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. Veröffentlicht durch die K. Akad. d. Wiss. zu Amsterdam.
7. „ W. Salensky, Recherches sur le développement du Sterlet. Arch. de Biol. Volume II.
8. 1882. C. Kupffer, Active Betheiligung des Dotters am Befruchtungsakte. Sitzungsber. der math.-phys. Classe der Akad. d. Wiss. zu München. Juli.
9. 1883. G. Rein, Beiträge zur Kenntniss der Reifungserscheinungen und Befruchtungsvorgänge am Säugethierei. Arch. für mikr. Anat. Bd. 22.
10. „ C. F. Sarasin, Reifung und Furchung des Reptilieneies. Arb. aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg, VI. Bd.
11. 1886. C. Kupffer, Die Befruchtung des Forelleneies. Bayr. Fischereizeitung.
12. 1887. O. Schultze, Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Zeitschr. f. wiss. Zool. 45. Bd.
13. 1888. A. A. Böhm, Ueber Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon Planeri. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 32.
14. „ C. K. Hoffmann, Ueber den Ursprung und die Bedeutung der sogenannten freien Kerne in dem Nahrungsdotter bei Knochenfischen. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 46.
15. 1889. A. Agassiz and C. O. Whitmann, The development of osseous fishes. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology.
16. „ J. Rückert, Weitere Beiträge zur Keimblattbildung bei Selachiern. Anat. Anz. IV. Jahrg.

17. 1890. J. Rückert, Ueber die Entstehung der Parablast- oder Dotterkerne bei Elasmobranchiern. Sitzungsber. der Ges. für Morph. u. Phys. in München. 17. Juni.
18. 1891. A. A. Böhm, Die Befruchtung des Forelleneies. Sitzber. der Ges. für Morph. und Phys. zu München. 5. Mai.
19. „ H. Blanc, Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'oeuf de la truite. Extr. du Bullet. de la Soc. Vaud. des Sc. Nat. Vol. 27, No. 105. Lausanne.
20. „ J. Rückert, Zur Befruchtung des Selachiereies. Anat. Anz. VI. Jahrg., No. 11.
21. „ J. Rückert, Ueber die Befruchtung bei Elasmobranchiern. Verhandlungen der anat. Ges. auf der V. Vers. 1891, pag. 253—254.

Erklärung der Figuren auf Tafel IX—XII.

Sämmtliche Figuren wurden von Herrn C. Krapf, Universitätszeichner in München, gezeichnet. Die Anlage erfolgte mittelst eines Zeichenprisma. Gezeichnet wurde unter Benützung eines Mikroskops von Leitz in Wetzlar. Bei jeder Figur sind die angewandten Systeme notirt. Gezeichnet wurde in Object-Tischhöhe. Bei den mit der Lupe gezeichneten Flächenbildern habe ich die Vergrößerung angegeben.

Ich habe die Abbildungen nach Thieren geordnet. Fig. 1—32 stammen von *Anguis fragilis*, Fig. 33—50 von *Tropidonotus natrix* und Figur 51 von *Lacerta viridis*. Im übrigen war die Reihenfolge der Materialbeschreibung maassgebend.

1. *Anguis fragilis*.

- Fig. 1—4. Keimscheibe A I 1. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Fig. 1 $\frac{12}{1}$ Flächenbild. D Dellen. — Fig. 2 Objectiv 1 Compens. Oc. 4. Tubuslänge 140 mm. In der Figur sind zwei nebeneinanderliegende Schnitte aufeinandergezeichnet. Uebersichtsbild. d und d' Dellen. m Spermakern. w weiblicher Vorkern. — Fig. 3 Apochr. Oel-Immers. Comp. Oc. 4. Tub. 140 mm. w weiblicher Vorkern. st Strasse. — Fig. 4. Ap. Oel-Imm. Comp. Oc. 4. Tubusl. 140 mm. m Spermakern. h Hof, s Strahlung.
- Fig. 5. Keimscheibe A I 2. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Ap. Oel-Imm. Comp. Oc. 4. Tub. 140 mm. m Spermakern, h Hof mit Strahlung, w weiblicher Vorkern, v Vacuole.

- Fig. 6—8. Keimscheibe A I 3. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Fig. 6 $\frac{12}{1}$ Flächenbild. D Delle. — Fig. 7 u. 8 Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Die beiden Figuren stellen zwei aufeinander folgende Schnitte dar. m männlicher Vorkern, w weiblicher Vorkern, v Höhle, f Furchungsdotter, g grobkörniger Dotter.
- Fig. 9—12. Keimscheibe A I 5. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Fig. 9, 10, 11 stellt die entsprechende Stelle aus drei nebeneinander liegenden Schnitten dar. Ap. Oel-Imm. Oc. 4. Tub. 160 mm. f Furchungskerne, v Verbindungsfäden, h Hof. — Fig. 12. Ap. Oel-Imm. Oc. 4. Tub. 140 mm. Spermakern in Theilung.
- Fig. 13—14. Keimscheibe A II 3. Fixirung: Flemming'sche Flüssigkeit — Sublimat-Eisessig. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. — Fig. 13. m männlicher Vorkern, w weiblicher Vorkern, h Hof mit Strahlung. — Fig. 14. m Nebenspermakern, h Hof mit Strahlung.
- Fig. 15. Keimscheibe A II 6. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Ap. Oel-Imm. Oc. 4. Tub. 140 mm. m männlicher Vorkern, w weiblicher Vorkern.
- Fig. 16—17. Keimscheibe A II 12. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Die beiden Figuren sind einander entsprechende Stellen aus zwei nebeneinander liegenden Schnitten. Theilungsfigur des ersten Furchungskernes.
- Fig. 18. Keimscheibe A III 1. Fixirung: Boveri'sche Lösung. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 160 mm. m Nebenspermakern, h Hof mit Strahlung, F Furchungsdotter, G grobkörniger Dotter, O oberflächliche Plasmaschicht.
- Fig. 19—27. Keimscheibe B 106. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Fig. 19 $\frac{12}{1}$ Flächenbild. — Fig. 20—25. Nebenspermakern. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. — Fig. 26—27. Furchungskerne in Theilung. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm.
- Fig. 28—29. Keimscheibe B 121. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. — Fig. 28. Nebenspermakern (karyolytische Figuren). — Fig. 29. Furchungskern in Ruhe.
- Fig. 30—32. Keimscheibe B 122. Fixirung: Sublimat-Eisessig. — Fig. 30 $\frac{12}{1}$ Flächenbild. — Fig. 31, 32 Nebenspermakernreste.
2. *Tropidonotus natrix*: (Fixirung siehe pag. 230).
- Fig. 33—34. Keimscheibe T 1. Fig. 33 $\frac{6}{1}$ Flächenbild. G Gruben. — Fig. 34. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Die beiden ersten Furchungskerne.
- Fig. 35, 36 a, 36 b. Kerne aus Keimscheibe T 2. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140. Fig. 35 in Theilung, Fig. 36 a in Ruhe, Fig. 36 b in unregelmässiger Theilung.

- Fig. 37—43. Keimscheibe T 3. Fig. 37, Obj. 5. Comp. Oc. 4. Tub. 140 mm. Uebersichtsbild. m Nebenspermakern mit Strahlung, G trichterförmige Grube. — Fig. 38 u. 39. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm, stellt zwei nebeneinander liegende Schnitte dar; dieselben sind so übereinandergelegt zu denken, dass sich die beiden Kernbilder m decken. D Dotterhaut, G Grube, F flimmerähnlicher Besatz der Grube, I mit Hämatoxylin gefärbter geronnener Inhalt der Grube, m Nebenspermakern. — Fig. 40. Obj. 5. Comp. Oc. 4. Tub. 140 mm. Uebersichtsbild. G Grube, m Nebenspermakern. — Fig. 41 und 42. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm, stellt denselben Nebenspermakern, der in Fig. 40 gezeichnet ist, bei stärkerer Vergrößerung dar. Es sind zwei nebeneinanderliegende Schnitte; dieselben sind so übereinander liegend zu denken, dass sich die beiden Kernbilder m decken. m Nebenspermakern, H entstehender Hof und Strahlung. — Fig. 43. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. m Nebenspermakern, M die denselben umhüllende Membran, H Hof, St Strahlung.
- Fig. 44—46. Keimscheibe T 4. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Fig. 44 f und f' die beiden ersten Furchungskerne, v Verbindungsfäden. — Fig. 45. m Nebenspermakern excentrisch zu seinem Hof H gelegen. — Fig. 46. m unausgebildeter Spermakern.
- Fig. 47—48. Keimscheibe T 6. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Fig. 47. Die beiden ersten Furchungskerne in Bildung. — Fig. 48. m unausgebildeter Spermakern, H Hof mit entstehender Strahlung, G Grube mit flimmerähnlichem Besatz.
- Fig. 49—50. Keimscheibe T 9. Fig. 49 $\frac{9}{1}$ Uebersichtsbild. G Gruben. — Fig. 50. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. Theilungsfigur des ersten Furchungskernes.

3. *Lacerta viridis*.

- Fig. 51. Ap. Oel-Imm. C. Oc. 4. Tub. 140 mm. m Nebenspermakern, G Grube, D Dotterhaut, S Schale.